



**ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE
CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
MOVILIDAD LOCALIZADOS EN LA CARRERA 51D ENTRE CALLE 38-06 SUR
HASTA CALLE 38A-19 SUR, BARRIO MUZÚ, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ**

**DIANA CATALINA VALENCIA LÓPEZ CÓDIGO: 506457
MARÍA FERNANDA ROMINA CRUZ TIJARO CÓDIGO: 507252**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
2021-1**

**ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE
CUATRO SEGMENTOS VIALES, LOCALIZADOS EN LA CARRERA 51D
ENTRE CALLE 38-06 SUR HASTA CALLE 38A-19 SUR, BARRIO MUZÚ,
LOCALIDAD PUENTE ARANDA BOGOTÁ**

**DIANA CATALINA VALENCIA LÓPEZ CÓDIGO: 506457
MARÍA FERNANDA ROMINA CRUZ TIJARO CÓDIGO: 507252**

TRABAJO DE GRADO para optar el título de ingeniero civil

**DIRECTOR DE PROYECTO
GUILLERMO LEÓN CORTES QUINTERO
INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C
2021-1**



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia.](#)

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licencianta no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licencianta.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

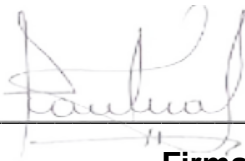


SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

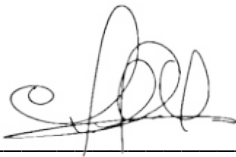
No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

Notas de aceptación

Firma del presidente del jurado



Firma del jurado



Firma del jurado

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE ANEXOS	14
FICHA TÉCNICA	15
ENCABEZADO	15
TÍTULO	15
ALTERNATIVA	15
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y EJE TEMÁTICO	16
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	16
EJE TEMÁTICO	16
1 GLOSARIO	17
2 INTRODUCCIÓN	21
3 GENERALIDADES	23
3.1 LOCALIZACIÓN	23
3.2 ANTECEDENTES	24
3.3 JUSTIFICACIÓN	27
3.4 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	28
3.5 ESTADO DEL ARTE	30
3.6 OBJETIVOS	33
3.6.1 OBJETIVO GENERAL	33
3.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4 MARCO DE REFERENCIA	34
4.1 MARCO TEÓRICO	34
5 ALCANCES Y LIMITACIONES	45
5.1 ALCANCES	45
5.2 LIMITACIONES	45
6 METODOLOGÍA	46
6.1 Etapa 1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	46

6.2	Etapa 2. EVALUACIÓN DE TRANSITO	47
6.3	Etapa 3. DESGLOSE Y CONCLUSIONES ESTUDIOS DE SUELO	47
6.4	Etapa 4. DISEÑO GEOMÉTRICO	47
6.5	Etapa 5. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	47
6.6	Etapa 6. ALTERNATIVAS DE DISEÑO ESTRUCTURA PAVIMENTO	48
6.7	Etapa 7. SELECCIÓN ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES	48
7	DESARROLLO Y ANÁLISIS DE ACTIVIDADES	48
7.1	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	48
7.1.1	CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA VIAL	48
7.1.2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA QUE CONFORMA LA UPZ No 41 MUZÚ DE LA LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA.	52
7.1.3	VISITA TÉCNICA- REGISTRO FOTOGRÁFICO	54
7.1.4	DESCRIPCIÓN DE LAS FALLAS	55
7.2	TRANSITO DE DISEÑO	63
7.2.1	LOCALIZACIÓN GENERAL	63
7.2.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES VÍA V-9	64
7.2.3	ESTUDIO DE TRÁNSITO	64
7.2.4	AFOROS	65
7.2.4.1	RESUMEN AFORO VEHICULAR	66
7.2.4.2	RESUMEN AFORO PEATONAL	67
7.2.5	CRECIMIENTO VEHICULAR	70
7.2.6	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES	71
7.2.6.1	TRANSITO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO (PAVIMENTO FLEXIBLE Y ARTICULADO)	76
7.2.6.2	TRANSITO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO (PAVIMENTO RÍGIDO)	77
7.2.6.3	DETERMINACIÓN NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (FLEXIBLE Y ARTICULADO)	78
7.2.6.4	DETERMINACIÓN NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (PAVIMENTO RÍGIDO)	79
7.3	EXPLORACIÓN DE CAMPO	80
7.3.1	ESTUDIO DE SUELOS	80

7.3.1.1	INFORMACIÓN DE REFERENCIA	80
7.3.1.2	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO	81
7.3.2	CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO	82
7.3.2.1	MARCO GEOLÓGICO	82
7.3.2.2	MARCO SISMO TECTÓNICO	82
7.3.2.3	DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE PAVIMENTÓ ACTUAL Y SUBRASANTE	83
7.3.2.4	CBR DE DISEÑO	85
7.3.2.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	85
7.3.2.6	RESUMEN DE LABORATORIOS	86
7.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS	87
7.4.1	DRENAJE	87
7.4.2	CLIMA	87
7.4.3	TEMPERATURA	87
7.5	DISEÑO GEOMÉTRICO	89
7.6	GEOMETRÍA SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA	90
7.6.1	TRAZADO Y DISEÑO	90
7.6.2	CURVAS DE NIVEL	91
7.6.3	SUPERFICIE	92
7.6.4	VELOCIDAD DE DISEÑO	93
7.6.5	ALINEAMIENTOS	93
7.6.6	DEFINICIÓN SECCIÓN TÍPICA	94
7.6.7	CORREDOR	95
7.6.8	DISEÑO HORIZONTAL	97
7.6.9	PERFIL	98
7.6.10	SECCIONES TRANSVERSALES	99
7.7	DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	100
7.7.1	MÉTODO AASHTO 1993 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	100
7.7.2	MÉTODO AASHTO 1993 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	101
7.7.3	NIVEL DE CONFIABILIDAD	102
7.7.4	DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL S_{104}	

7.7.5	SERVICIABILIDAD	103
7.7.6	MÓDULO RESILIENTE	105
7.7.7	MÓDULO DE REACCIÓN K DE LA SUBRASANTE	106
7.7.8	COEFICIENTE DE DRENAJE	108
7.7.9	CÁLCULO DE LAS CAPAS	110
7.7.10	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL Z_r	111
7.7.11	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA J	111
7.7.12	MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO S_c Y MÓDULO DE ELASTICIDAD	112
7.7.13	RESUMEN DATOS OBTENIDOS	113
7.8	DISEÑO MÉTODO AASHTO PAVIMENTO FLEXIBLE	114
7.8.1	NÚMERO ESTRUCTURAL EXISTENTE Y REQUERIDO	114
7.9	DISEÑO MÉTODO AASHTO PAVIMENTO RÍGIDO	118
7.9.1	CÁLCULO DE LAS LOSAS	120
7.10	PROCEDIMIENTO DISEÑO EMPÍRICO PAVIMENTO ARTICULADO	121
7.11	ALTERNATIVA DISEÑO DE PAVIMENTO	124
7.11.1	PAVIMENTO RÍGIDO	124
7.11.2	PAVIMENTO FLEXIBLE	124
7.11.3	PAVIMENTO ARTICULADO	125
7.12	SELECCIÓN ALTERNATIVA ESTRUCTURA	125
8	CONCLUSIONES	127
9	RECOMENDACIONES	129
10	BIBLIOGRAFÍA	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Proyecto	23
Figura 2 Rutas de acceso barrio Muzú	25
Figura 3 Vías barrio Muzú	26
Figura 4 Registro Fotográfico Malla Vial 1-2	29
Figura 5 Registro Fotográfico Malla Vial 3-4	29
Figura 6 Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos	35
Figura 7 Abaco para determinar el coeficiente de capa Fuente: Determinación de espesores por capas, Bogotá D.C 2005	41
Figura 8 Vehículo de Diseño	43
Figura 9 Esquema Malla Vial local	51
Figura 10 Ubicación Aforo Vehicular, Peatonal	63
Figura 11 Ecuación Transito Durante el Periodo de Diseño	76
Figura 12 Factores de Diseño	78
Figura 13 Granulometría de Base Granular Vía Objeto	83
Figura 14 Temporada seca Fuente: IDIGER	88
Figura 15 Temporada de lluvias Fuente: IDIGER	88
Figura 16 Station Information Carrera 51D	89
Figura 17 Station Information Calle 38A sur	89
Figura 18 Station Information Carrera 51D Bis	89
Figura 19 Station Information Calle 38 Sur	90
Figura 20 Trazado Corredor	91
Figura 21 Curvas de Nivel Global Mapper	92

Figura 22 Superficie	92
Figura 23 Alineamientos	93
Figura 24 Sección Típica Carrera 51D y Carrera 51D Bis	94
Figura 25 Sección Típica Calle 38 sur y Calle 38A Sur	95
Figura 26 Creación del corredor	96
Figura 27 Corredor	97
Figura 28 Diseño Horizontal	97
Figura 29 Creación perfil	98
Figura 30 Perfil Calle 38A sur	98
Figura 31 Crear Secciones Transversales	99
Figura 32 Secciones Transversales	99
Figura 33 Ecuación del comportamiento SN (Flexible)	100
Figura 34 Ecuación del comportamiento SN (Rígido)	101
Figura 35 Confiabilidad del Diseño Según Características de la vía	102
Figura 36 Desviación estándar Global So	103
Figura 37 Serviciabilidad Pavimento Flexible	104
Figura 38 Serviciabilidad Pavimento Rígido	104
Figura 39 Serviciabilidad Pavimento Rígido y Flexible	105
Figura 40 Ecuación K de la subrasante	107
Figura 41 Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y CBR	107
Figura 42 Módulo de reacción K	107
Figura 43 Definición K subrasante	108
Figura 44 Interpolación Valor K	108

Figura 45 Coeficiente de Drenaje	109
Figura 46 Coeficiente de Drenaje	109
Figura 47 Coeficiente Capas Asfálticas	110
Figura 48 Desviación Estándar Normal Zr	111
Figura 49 Coeficiente de Transferencia de Carga	112
Figura 50 Módulo de Rotura-Módulo de Elasticidad	113
Figura 51 Resultado Ecuación Numero Estructural SN	115
Figura 52 Ecuación AASHTO 93 Pavimento Flexible	116
Figura 53 Espesores mínimos admisibles	117
Figura 54 Ecuación AASHTO 93 Pavimento Flexible	117
Figura 55 Resultado Ecuación Numero Estructural SN	118
Figura 56 Ecuación AASHTO 93 Espesor de la losa	119
Figura 57 Procedimiento Diseño Empírico Pavimento Articulado	122
Figura 58 Ruta Diseño Pavimento Articulado	123
Figura 59 Estructura Pavimento Rígido	124
Figura 60 Estructura Pavimento Flexible	125
Figura 61 Estructura Pavimento Articulado	125
Figura 62 Estructura de Pavimento Rígido Carreras	126
Figura 63 Estructura de Pavimento Rígido Calles	127

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Datos generales identificación vial	24
Tabla 2 Estado del Arte	32
Tabla 3 Jerarquía de vías según el tipo de terreno	44
Tabla 4 Características de la sección vial	50
Tabla 5 Clasificación Vial Fuente: Autor	50
Tabla 6 Tipos de Daños	55
Tabla 7 Descripción Fallas carrera 51D	57
Tabla 8 Descripción Fallas Calle 38A sur Fuente: Autor	58
Tabla 9 Descripción Fallas Carrera 51 D Bis sur Fuente: Autor	60
Tabla 10 Descripción Fallas Calle 38 Bis sur Fuente: Autor	62
Tabla 11 Clasificación de las vías	64
Tabla 12 Tipología muestras	65
Tabla 13 Categorías Vehiculares	65
Tabla 14 Resumen Aforo Vehicular	66
Tabla 15 Resumen Aforo Peatonal	67
Tabla 16 Volumen Horario de Máxima Demanda (Aforo Vehicular)	68
Tabla 17 Transito Promedio de Diseño (Aforo Vehicular)	69
Tabla 18 Volumen Horario de Máxima Demanda (Aforo Peatonal)	69
Tabla 19 Transito Promedio de Diseño (Aforo Peatonal)	70
Tabla 20 Tasa de Crecimiento Vehicular	70
Tabla 21 Tasa de crecimiento	71
Tabla 22 Composición Vehicular Día Viernes y Sábado	72

Tabla 23 Composición Vehicular Día Domingo y Lunes	73
Tabla 24 Composición Peatonal Día Viernes y Sábado	74
Tabla 25 Composición Peatonal Día Domingo y Lunes	75
Tabla 26 Transito durante el periodo de Diseño Pavimento Flexible y Articulado	76
Tabla 27 Transito durante el periodo Diseño Pavimento Rígido	77
Tabla 28 Ejes Equivalentes Flexible y Articulado	78
Tabla 29 Ejes Equivalentes Pavimento Rígido	79
Tabla 30 Características de la vía evaluada	80
Tabla 31 Exploración del Subsuelo	81
Tabla 32 Ensayos de Laboratorio Vía Objeto	82
Tabla 33 Descripción de la Subrasante	84
Tabla 34 Cotas de nivel de subrasante de pavimento	84
Tabla 35 Evaluación Pavimento Existente	85
Tabla 36 CBR de Diseño	85
Tabla 37 Resumen de Laboratorios	86
Tabla 38 Modulo Resiliente Fuente: Autores	106
Tabla 39 Modulo de Rotura Sc	113
Tabla 40 Resumen Parámetros de Diseño Pavimento Flexible	113
Tabla 41 Resumen Parámetros de Diseño Pavimento Rígido	114
Tabla 42 Coeficientes Número Estructural Existente	114
Tabla 43 Número Estructural Existente	114
Tabla 44 Espesores de pavimento Rígido	119
Tabla 45 Calculo de las losas	120

Tabla 46 Dimensiones de las Losas	121
Tabla 47 Parámetros de Diseño Pavimento Rígido	124
Tabla 48 Parámetros de Diseño Pavimento Flexible	124
Tabla 49 Parámetros de Diseño Pavimento Articulado	125

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Registro Fotográfico

Anexo 2 Registro De Apique

Anexo 3 Ensayo De Penetración Con Cono (PCD)

Anexo 4 Aforo Vehicular

Anexo 5 Aforo Peatonal

Anexo 6 Presupuesto

Anexo 7 Apu

Anexo 8 Planos Diseño Geométrico

FICHA TÉCNICA

- **ENCABEZADO**

Periodo: 2021-I

Programa Académico: Ingeniería Civil

Estudiantes: Diana Catalina Valencia López **Código:** 506457, María Fernanda Romina Cruz Tirajo **Código:** 507252.

Directo de Trabajo: Ingeniero Guillermo León Cortes Quintero

- **TÍTULO**

Análisis diseño geométrico y estructura de pavimento de cuatro segmentos viales, localizados en la carrera 51D entre calle 38-06 sur hasta calle 38a-19 sur, barrio Muzú, localidad puente Aranda Bogotá

- - **ALTERNATIVA**

Trabajo de investigación: Teniendo en cuenta Acuerdo 265/2018: “Por el cual se aprueban los lineamientos y las opciones de grado para los programas académicos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia”. Este trabajo corresponde a la alternativa de trabajo de investigación.

- **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y EJE TEMÁTICO**

-

- **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión y tecnología para la sustentabilidad de las comunidades, Materiales.

- **EJE TEMÁTICO**

La temática principal abarca el área de diseño, específicamente el de vías y pavimentos, con el cual se pretende reconocer por medio estudios de suelos y los pertinentes diseños sugeridos cuales son los materiales más adecuados para la zona de trabajo.

1 GLOSARIO

Para comprender correctamente el documento, a continuación, se dan las definiciones de los términos principales utilizados en todo el documento.

Basado en el siguiente documento: “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras”, Servicio geológico colombiano, Guía de Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.

Afirmado: Una capa de estructura de pavimento compactada de materiales granulares naturales o procesados con grados específicos que pueden soportar la carga de tráfico y el volumen de tráfico. Se puede utilizar como superficie para correr.

Asfalto: Material cementoso de color oscuro que puede tener una consistencia líquida, sólida o semisólida y está compuesto esencialmente por hidrocarburos.

AASHTO: La Asociación Nacional de funcionarios de Carreteras y Transporte establece estándares, especificaciones y pautas para el diseño y construcción de carreteras, aviación, ferrocarriles, agua y transporte público.

Asentamiento: El desplazamiento vertical relativo del suelo antes de aplicar la carga, la propagación de la presión, el drenaje, etc. El asentamiento afecta seriamente la estabilidad de la estructura.

Base: La capa principal de la estructura del pavimento ubicada entre la calzada o la calzada y la superficie del suelo. Puede mejorarse con aditivos que mejoren sus propiedades mecánicas. El propósito es distribuir la fuerza generada por la carga a través de la subrasante.

Base granular: una capa de material granular que forma parte de la estructura del pavimento y ayuda a aliviar el estrés. Por lo general, se encuentra entre el sustrato granular y la capa de desgaste.

Capacidad portante equivalente: parámetro que representa el esfuerzo cortante, un conjunto de materiales utilizados para evaluar el estado (bajo humedad y densidad controladas) de la calzada y la capa de mejora (si la hubiera).

Carretera: El área de la carretera utilizada para la circulación de vehículos. Por lo general, se pavimenta con algún tipo de material de confirmación o se procesa en alguna forma de material confirmado.

Cantera: Sistema de minería a cielo abierto que se utiliza para extraer rocas o minerales intactos para su uso como materiales de construcción.

Columna estratigráfica: Representación gráfica que tiene en cuenta las características de cada suelo que se encuentra a cierta profundidad.

Drenaje superficial: una estructura utilizada para transportar y evacuar el agua que cae directamente sobre la capa de la banda de rodadura de la estructura de la carretera.

Factor de carril: la probabilidad de que el vehículo circule por el carril diseñado.

Factor direccional: la cantidad de vehículos que viajan en cada dirección.

Índice de Plasticidad: Este valor permite conocer el contenido de arcilla en la muestra de suelo (INV. E125 / E126-07).

Módulo de elasticidad: se define como la relación entre la tensión-deformación de los materiales de construcción en el pavimento y se utiliza para analizar el sistema de capas del pavimento.

Obras de drenaje: el tipo de obras destinadas a suprimir el exceso de agua superficial en la red de carreteras.

Pavimento: Una estructura compuesta por una o más capas de materiales seleccionados, técnicamente colocados en el lecho de la carretera, además de proporcionar una deformación permisible, también puede resistir el tráfico, el medio ambiente y la deformación permisible de la fuerza transmitida al suelo de soporte. Movimiento del vehículo con rapidez, comodidad, seguridad y economía.

Período de diseño: ahora es el momento de estimar que la estructura de la acera puede proporcionar un nivel de servicio adecuado sin la necesidad de realizar actividades de restauración.

Reparación: Incluye la ejecución de obras que mejoren el estado superficial de la calzada sin incrementar su capacidad portante estructural.

Refuerzo: Está compuesto por capas de pavimento que brindan capacidades estructurales adicionales o mejoran el nivel de servicio a los usuarios.

Reciclaje: Incluye la reutilización de algunas capas de la estructura existente para mejorar sus capacidades estructurales. Agregar nuevos materiales es esencial para mejorar la resistencia y el rendimiento del pavimento mejorado.

Reconstrucción: Incluida la remoción de capas y reposición parcial o total de aceras para mejorar su capacidad estructural y adecuarla a las futuras necesidades de tránsito.

Matriz: Definida como la base de la estructura de la acera, que se evalúa mediante investigación geológica y análisis geotécnico.

Tránsito: En la vía de diseño y durante todo el período de diseño, el número de ejes es equivalente al de un solo eje, y el número de ejes de 8.2 toneladas de ruedas dobles.

Vehículo: Equipo instalado sobre ruedas que se utiliza para transportar personas, animales o cosas.

Vía local: Corredor vial que permiten la accesibilidad a escala local en las diferentes zonas de la ciudad en articulación con las otras mallas viales.

Vida residual: Cantidad de tránsito que el pavimento se encuentra en capacidad de soportar antes de llegar a la falla

Volumen de tránsito: cantidad de vehículos que transitan en una vía en un tiempo determinado.

2 INTRODUCCIÓN

Cuando una comunidad no tiene la infraestructura para satisfacer sus necesidades sociales, económicas y culturales, para reducir el tiempo de viaje, es frágil y tener una red vial utilizable es vital para el progreso de un país, para determinadas situaciones, nos referimos a un sector de la comunidad ubicado en la localidad de puente Aranda, barrio Muzú, específicamente en los cuatro tramos viales comprendidas entre: Carrera 51D, Calle 38A sur, Carrera 51D Bis y Calle 38 Bis sur, cada sección de vía con su respectivo código de identificar vial (CIV).

El desarrollo de la movilidad comunitaria es una guía importante para mejorar la calidad de vida sus habitantes. Por lo tanto, es fundamental mantener las condiciones suficientes en la carretera para ser transitada.

Ante la situación anterior, este trabajo tiene como objetivo la seguridad vial de estos usuarios del CIV, proponer soluciones en materia de accesibilidad y realiza el diseño geométrico y estructura de pavimentos.

Esta investigación analiza en conjunto y en armonía las condiciones del tráfico, la geometría de la carretera, las señales y las formas alternativas de mejorar la estructura de pavimentos, ya sea como un nuevo pavimento como un método de reparación descrito en el desarrollo del documento, se debe considerar para satisfacer las necesidades de los residentes y propietarios. Necesidades futuras, por lo que necesitamos brindar información sobre comunidades, entidades relacionadas, recopilación de antecedentes, evaluación estructural, diseño geométrico, clasificación y funciones viales, y observación de las condiciones del drenaje.

Esta propuesta de investigación tendrá como base la información geográfica que se encuentra en los archivos del instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), además se deberá realizar un análisis de tránsito enfocado al diseño de pavimento, dicho

estudio se hará por medio de aforos visuales en campo con el fin de analizar los niveles de servicio.

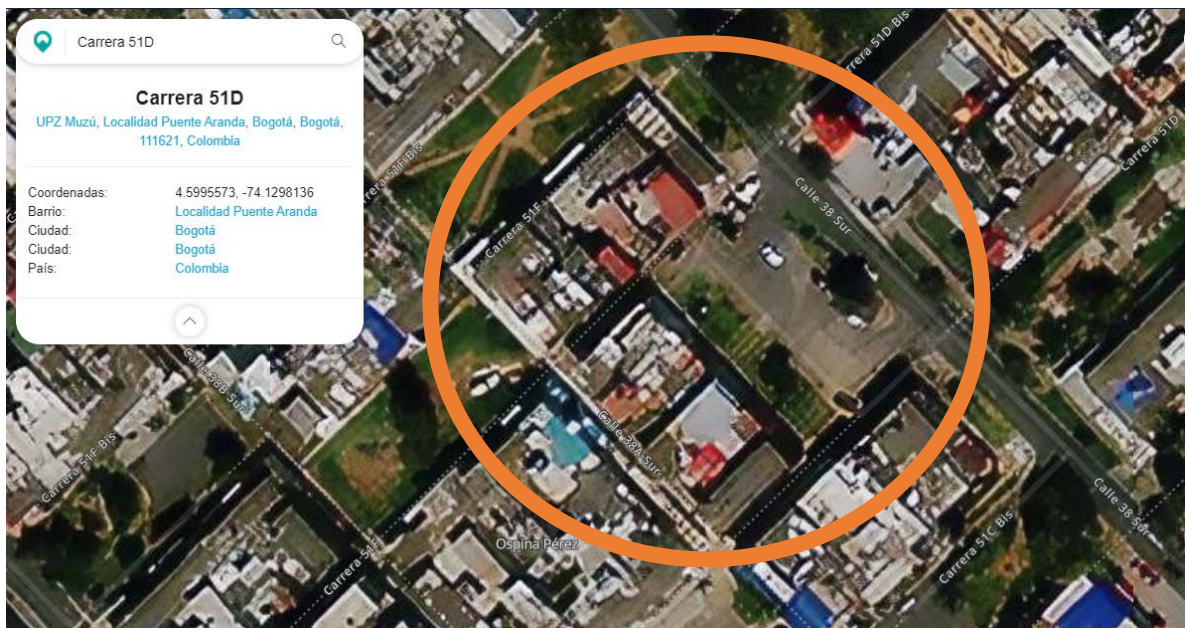
Una vez obtenida y procesada esta información se dará inicio al diseño geométrico, estructura de pavimento y el análisis de los respectivos materiales, con el software y los estudios de suelos pertinente siguiendo la norma establecida por el instituto nacional de vías (INVIAS).

3 GENERALIDADES

3.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio se localiza en la ciudad de Bogotá, localidad de puente Aranda, barrio Muzú, iniciando en la carrera 51D, calle 38A sur, carrera 51D Bis Finalizando en la calle 38 Bis sur.

Figura 1 Ubicación del Proyecto



Fuente: Google Earth

La estructura del pavimento es el objetivo de este análisis y se considera un pavimento flexible, la vía está plenamente identificada por su CIV y tiene un eje vial central, inicial y final a su vez. A continuación, se presenta la información básica de cada tramo de carretera a estudiar.

Tabla 1 Datos generales identificación vial

DATOS GENERALES IDENTIFICACION VIAL										
N° Via	Dirección	Civ	Estado	Longitud (m)	Area(m ²)	Ancho Promedio Calzada(m)	Superficie	Clasificación del suelo	Tipo Malla	Tipo Funcionalidad
1	Carrera 51D	10603539	Malo	20,5	102,5	5,00	Adoquin Arcilla	Urbano	Local	Peatonal
2	Calle 38A sur	16003540	Malo	43,0	344	8,00	Rígido	Urbano	Local	Peatonal
3	Carrera 51D Bis	16003481	Malo	20,5	102,5	5,00	Adoquin Arcilla	Urbano	Local	Peatonal
4	Calle 38 sur	16003473	Malo	43,0	344	8,00	Rígido	Urbano	Local	Vehicular

Fuente: Autores

3.2 ANTECEDENTES

“Muzú es un barrio donde prima el uso residencial, Además de ser emblemático pues es el primer proyecto de vivienda social a gran escala de Colombia, este se construyó entre 1949 y 1973 en la localidad de puente Aranda al sur occidente de Bogotá y fue diseñada por los arquitectos del instituto de crédito internacional (ITC) y por Jorge Gaitán Cortes, un arquitecto que fue alcalde de la capital entre 1961 y 1966.”¹

“En un comienzo en barrio se llamó “Ospina Pérez” se cambió su nombre a “Muzú”, que significa “cementerio” en chibcha ya que durante su construcción se encontraron urnas funerarias que hoy en día se encuentran depositadas en el Museo Nacional.”¹

“El barrio se construyó en dos etapas en las que se completó una superficie total de 33 hectáreas con 1.216 casas par aun población proyectada de 6.558 habitantes”¹

“El territorio social de muzo es residencial consolidado, es predominante de uso residencial con cambios de uso de suelo.

Cuenta con ocupación territorial no planificada en aumento, el estrato que predomina es 3, se puede caracterizar como un territorio de uso mixto pues se

¹ Becerra David, D. (23 de Enero de 2018). *ISSUU*. Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de https://issuu.com/davidbecerra5/docs/muzu_finalisimo

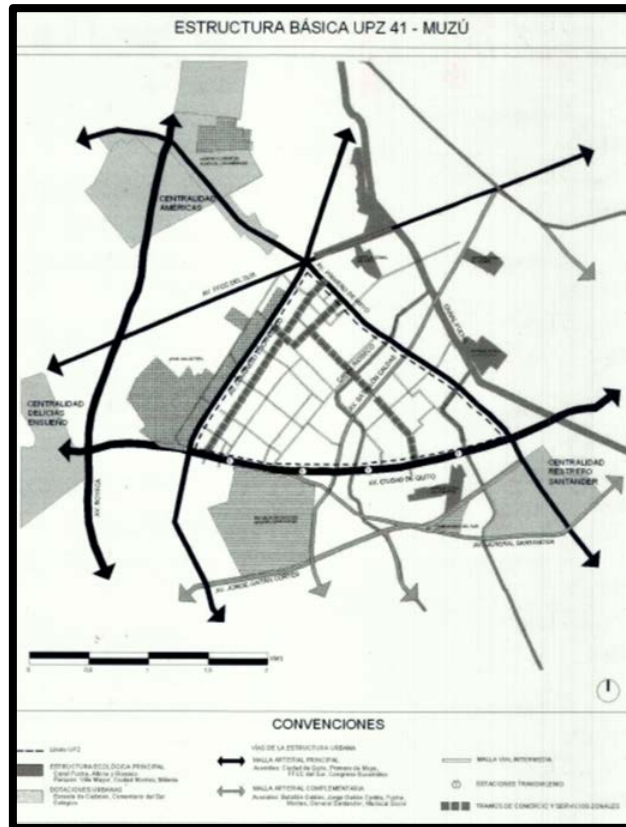
encuentran diferentes usos industriales, comerciales, de esparcimiento cultural y residencial.”¹

Figura 2 Rutas de acceso barrio Muzú



Fuente: https://issuu.com/davidbecerra5/docs/muzu_finalisimo

Figura 3 Vías barrio Muzú



Fuente: Documentó pdf

“La localidad de puente Aranda cuenta con 882.22 Km/carril de malla vial distribuida de la siguiente manera: Arterial 197.13 Km/Carril, intermedia: 208.45 Km/carril (Datos de la dirección técnica de planeación de instituto de desarrollo urbano).”²

“El periodo de diseño o vida útil de los pavimentos y las condiciones aceptables de movilidad de la malla vial local se disminuye por no realizar un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo a las superficies de rodadura de las vías que finalmente terminan afectando la estructura total de la vía deteriorando las condiciones óptimas y dignas para la movilidad peatonal y vehicular de la población residente y flotante que cruzan la localidad.”²

² GUZMAN HECTOR, H. (10 de Febrero de 2017). Demografía urbana.

“La malla vial local presenta un deterioro progresivo por la falta de programas de mantenimiento y por el tránsito de vehículos de carga pesada, dada la vocación de uso industrial de la localidad, y por los demás vehículos que cruzan la localidad para conectarse con los corredores viales arteriales e intermedios que se encuentran en el territorio de la localidad.” ²

“El presupuesto local es insuficiente para realizar un programa adecuado de mantenimiento a la malla vial local por lo que se ejecuta es un mantenimiento correctivo trayendo como consecuencia la utilización de recursos más elevados que los que se hubieran generado en un plan de mantenimiento vial adecuado evitando el deterioro progresivo de la red vial.” ²

3.3 JUSTIFICACIÓN

○

El propósito del presente proyecto es proporcionar una opción de diseño económica y duradera para la restauración de las vías objeto, a su vez que la comunidad tenga un acceso digno a sus viviendas disminuyendo los problemas que se presentan con el estado actual de las mismas.

Por otro lado, considerando los elementos básicos de futura implementación, su geometría se puede restaurar con la geometría adecuada y el diseño del pavimento para que los residentes se sientan satisfechos y seguros en el lugar de residencia y puedan moverse cómodamente. Debido al camino sin pavimentar, los residentes tienen que abstenerse de realizar diversas actividades, lo cual es frustrante. La solución tiene como objetivo mejorar la calidad de vida en el departamento al reducir los factores que dificultan la circulación segura de las personas y minimizar las enfermedades provocadas por las partículas en suspensión provocadas por los vehículos que circulan por carreteras mal acondicionadas.

Finalmente, para los ciudadanos, esto es un beneficio, ya que podrán transportarse cómodamente y viajar por una red vial bien acondicionada.

3.4 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, debido al estado deteriorado de la estructura de la red vial y al hecho de presentar una capa de rodadura débil, los usuarios se han estado enfrentando a problemas de transpirabilidad y funcionalidad, lo que provocará la erosión de la separación de materiales finos, lo que también afecta la salud de los usuarios.

Además, se genera inseguridad para los vehículos, residentes y peatones que circulan por esta vía todos los días. Dado a las constantes lluvias, la inseguridad se ha incrementado debido a la falta de capacidad de filtrado de agua suficiente en la vía, lo que ha llevado a la formación de empozamientos de agua de lluvia. Lo que dificulta la movilidad de los residentes de la zona de estudio.

Evidentemente, es necesario evaluar y diagnosticar el estado de la estructura, lo cual se realiza mediante la recolección de información para determinar la forma más adecuada de realizar la investigación en el VIC vecino.

Se pretende evalúe la situación actual que determinen las necesidades de la comunidad y se proponga un proyecto que planee dar soluciones a necesidades obvias. El proyecto proporciona una solución adecuada mediante el análisis de diferentes alternativas de pavimento estructural, y recomienda que sea técnica y económicamente más adecuada para el sitio.

Entonces, ¿Cuál puede ser la estructura de pavimento más adecuada para rehabilitar las vías de estudio?

Figura 4 Registro Fotográfico Malla Vial 1-2



Fuente: Autores

Figura 5 Registro Fotográfico Malla Vial 3-4



Fuente: Autores

3.5 ESTADO DEL ARTE

A continuación, se presentarán diferentes investigaciones, que servirán como información básica para el desarrollo del proyecto.

Tabla 2 Estado del Arte

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	AUTORES DE LA INVESTIGACIÓN	RESUMEN	FECHA DE PUBLICACIÓN, INSTITUCIÓN Y CIUDAD
Manual de diseño geométrico para carreteras y vías urbanas	S.L. Uribe Celis	Este trabajo propone y determina todos los parámetros que deben ser considerados en el diseño geométrico de vías rápidas o vías urbanas, como los impactos sociales y ambientales que tendrá y la gestión del espacio disponible.	Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
MEPDG Traffic Loading Defaults Derived from Traffic Pooled Fund Study	Mark Swanlund	Documento que describe una metodología para generar un tipo de valores predeterminados de carga de tráfico MEPDG y una descripción de los nuevos valores predeterminados de carga de tráfico.	2016, TurnerFairbank Highway Research Center
Pavement Performance Measures and Forecasting and the Effects of Maintenance and Rehabilitation Strategy on Treatment Effectiveness	Cheryl Allen Richter	Documento relacionado con las medidas a tener en cuenta para el desempeño del pavimento, clasificar secciones del pavimento, estimar las condiciones futuras del pavimento, evaluar la efectividad de mantenimiento del pavimento y tratamientos de rehabilitación.	2017, Office of Infrastructure Research, Development, and Technology
Método obtener Tráfico Medio día Año (TMDA) Por cantidad diaria	Rivera, Jullán	Metodología donde genera algoritmos por medio de regresiones, para poder obtener de manera más precisa el tránsito diario proyectado en un año, ya que los conteos hechos por año generan datos dispersos, es decir, que en un año el tránsito es constante ya que el análisis anual no se toma en cuenta las vacaciones, trabajo, etc. y estos genera datos inexactos	Revista Multidisciplinario Del consejo encuesta la Universidad Dongju 19 No. 2. 12 de julio de 2007, páginas. 192-204
Diseño de Ingeniería vial para condiciones urbanas	Instituto de desarrollo urbano (IDU)	Documento que brinda información detallado respecto a diseño geométrico urbano, elementos para la toma de decisiones, parámetros básicos para diseño considerando condiciones propias de diferentes usuarios.	2015, Instituto de desarrollo urbano (IDU), Bogotá D.C., Colombia
Manual para la revisión de estudios de tránsito	Ministerio de transporte e Infraestructura	Manual que brinda una guía metodológica para la revisión de estudios de tránsito para obtener parámetros de diseño derivados del estudio y brindar volúmenes de tránsito futuros con valores confiables para los diseños de infraestructura vial.	2008, Ministerio de transporte e infraestructura, Nicaragua

Guide for Mechanistic Empirical Design of newrehabilitated pavement structures	ARA, Inc., ERES División Champaign, Illinois 61820	Guía de diseño que brinda una información del tráfico y datos de entrada que son necesarios para los cálculos de daños e investigaciones para determinar. Este suministra los valores predeterminados cuando no hay suficientes datos de tránsito, para hallar el módulo de tráfico.	Diciembre de 1999
Concrete Pavement Design, Construction and Performance	Norbert Delatte	Libro en donde se describe detalladamente el diseño, construcción y rendimientos de los pavimentos especialmente en pavimentos de concreto.	2008, Taylor & Francis, New York. USA
Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network	Yogesh U.Shaha* , S.S. Jainb , Devesh Tiwaric , M.K. Jain	Describe las etapas a las cuales debe estar evaluado el pavimento para conocer las condiciones actuales, el documento hace énfasis en desarrollar un tipo de indicador combinado de condiciones generales del pavimento para carreteras urbanas en la ciudad de Noida.	2013, Procedia - Social and Behavioral Sciences
Design methodologies of flexible pavements:Tendencies reaches and limitations	Hugo Alexander, Rondón Quintana Ing. Civil, M.Sc., Docente, Facultad de Ingeniería Civil, Grupo de Pavimentos y Materiales de Ingeniería. Universidad Católica de Colombia	El artículo presenta los tipos de metodologías para el análisis y diseño de estructuras de pavimentos flexibles, crítica sobre la forma como el método de diseño colombiano evalúa el fenómeno de deformación permanente en estructuras de pavimentos flexibles.	Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 17-2, pp. 41-65. Bogotá, Diciembre de 2007.
Manual de vialidad urbana recomendaciones para el diseño de infraestructura vial urbana (Chile)		Contempla los procedimientos y recomendaciones desde su pre factibilidad hasta la ejecución de obras pertinentes a la viabilidad urbana	Edición 2009
Historia de los pavimentos urbanos	Francisco Rama Labrador, Ingeniero Técnico de Obras Públicas	Artículo dirigido a hacer énfasis en la historia de los pavimentos urbanos desde la antigüedad hasta la actualidad, describiendo cuales han sido los materiales utilizados a lo largo de la historia y las técnicas que se han venido desarrollando.	

Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos	Ing. Jorge Coronado Iturbide	Manual elaborado para planificar, construir, mantener y fortalecer la red vial Centroamericana, reduciendo la vulnerabilidad ante desastres naturales, teniendo en cuenta las nuevas tecnologías, propiedades de los materiales y costos. Implementando la guía de diseño de la AASHTO 1993.	2002, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Secretaría de Integración Económica Centroamericana
Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras	Instituto Nacional de Vías (INVIAS)	Guía metodológica que proporciona un conocimiento detallado de los procedimientos que a utilizar para el diseño y la rehabilitación de pavimentos, teniendo en cuenta diferentes parámetros para la implementación o evaluación.	2008, Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Bogotá D.C.
Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vía de desarrollo	Macea-Mercado Luis Fernando, Morales Luis, Márquez-Díaz Luis Gabriel	Por medio de este artículo se propone la implementación de un sistema que facilite la toma y análisis de información para los procesos de gestión de pavimentos, con tiempos y costos razonables, donde sobresale la ciencia y la tecnología.	Macea-Mercado Luis Fernando Universidad del Norte, Colombia Morales Luis Universidad de Córdoba, Colombia Márquez-Díaz Luis Gabriel Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Escuela de Transporte y Vías

Fuente: Autores

3.6 OBJETIVOS

3.6.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar una solución geométrica y estructura de pavimento que se adapten de manera adecuada a los segmentos viales en estudio, siguiendo las pautas de AASHTO y las especificaciones de diseño geométrico de IDU.

3.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual del tramo vial mediante el análisis de información existente e inspección visual.
- Proponer el diseño geométrico para los segmentos de vía de acuerdo con la categoría diseñada para el código de identificación vial (CIV).
- Proponer una solución de pavimento teniendo en cuenta las alternativas de intervención.

4 MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEÓRICO

Basado en los siguientes documentos: Guía de métodos de diseño de ingeniería de reparación de pavimentos de carreteras de asfalto, Manual de diseño de pavimentos de concreto de carreteras de tráfico bajo, medio y alto y Guía de diseño de carreteras urbanas Bogotá Distrito de Columbia (IDU) La estructura, el marco de desarrollo y la investigación de este documento son los siguientes:

Pavimento Rígido: Consiste en una cimentación o una losa de hormigón directamente sobre la calzada. Transfiere la tensión directamente al suelo de forma mínima, tiene auto resistencia y debe controlar la cantidad de hormigón.

Periodo de Diseño: Estimado en tiempo donde se indica que la estructura de pavimento funcionará a un nivel de servicio apropiado sin necesidad de actividades de reparación.

Subrasante: El suelo natural o artificial soporta la carga transmitida a través de la capa superior de la estructura del pavimento.

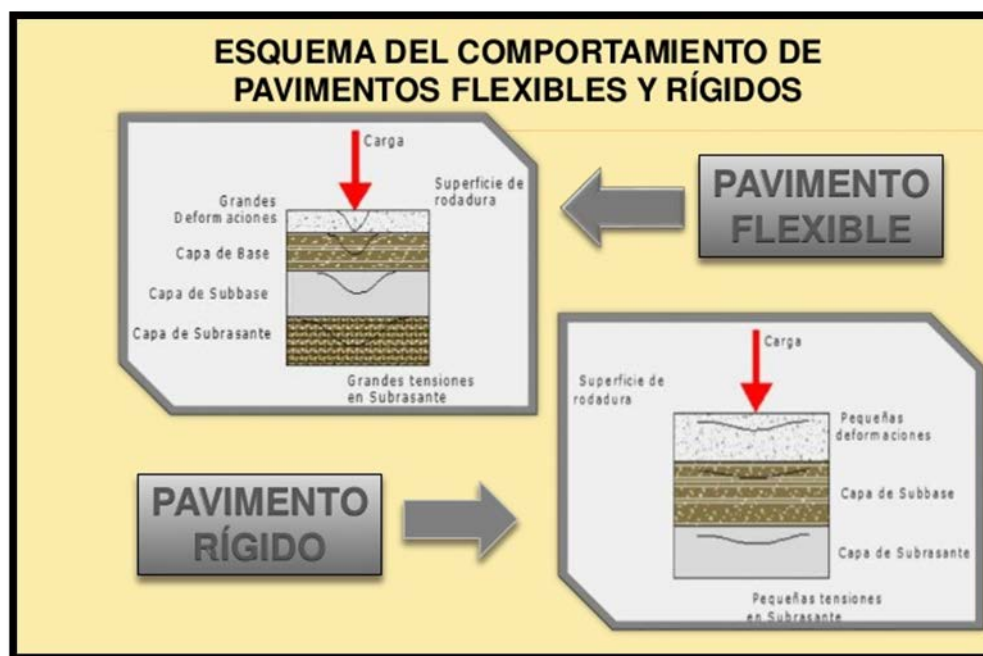
Sub - Base: La capa principal de la estructura del pavimento se encuentra entre el lecho de la carretera y la capa de desgaste. El propósito es distribuir la fuerza generada por la carga a través de la subrasante.

Drenaje Superficial: Una estructura utilizada para transportar y evacuar el agua que cae directamente sobre la capa de rodadura de la estructura de la carretera.

Juntas: Son parte importante de un pavimento rígido, y su finalidad de ejecución es controlar la tensión generada en el hormigón por el movimiento de contracción y expansión del material y los cambios de temperatura y humedad.

Pavimento flexible. Tipo de pavimento que consta de una capa de huella de asfalto, generalmente sostenida por una capa de material no adherido.

Figura 6 Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos



Fuente: <https://es.slideshare.net/miguelangelcafrdenasalanya/exposicion-diseo-de-pavimentos-rigido-y-flexible-uap-ing-corzo>

Rasante. Es una proyección vertical del desarrollo del eje vial.

Carril. La parte de la carretera utilizada para el cruce de vehículos de una sola fila.

Bombeo. La pendiente horizontal entre las tangentes de las carreteras está diseñada para promover la escorrentía de aguas superficiales. Generalmente de un eje a otro.

Obras de drenaje. Se espera que el proyecto elimine el exceso de agua superficial en la franja vial y restaure la red de drenaje natural, que puede verse afectada por la ruta.

Obras de subdrenaje. Se planifican proyectos para eliminar el exceso de agua subterránea para garantizar la estabilidad de terraplenes y pendientes de carreteras. Esto se logra interceptando el flujo de agua subterránea y bajando el nivel del agua subterránea.

Volúmenes de Tránsito: Es la cantidad de vehículos que pasan por un punto específico en un período de tiempo específico.

Densidad de Tránsito: Es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud de la carretera en un momento dado. Normalmente se expresa en número de vehículos por kilómetro.

Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA): Es el volumen total de la sección transversal o sección de la carretera que pasa en ambas direcciones en un año dividido por el número de días del año. Solo se puede obtener en una dirección.

Tránsito promedio diario (TPD): Es el número total de vehículos que son iguales o menores a un año y mayores a un día en un período de tiempo determinado (día completo), dividido por el número de días en el período (calculado por vehículos por día). $TPD: \text{Flujo diario promedio} = \frac{\text{"N" día flujo total}}{N}$

Tránsito promedio diario mensual (TPDM): Es el número de vehículos que pasan por un mes o 30 días dividido por el número de días traídos por el mes, con el número de vehículos por día como unidad.

Tránsito promedio diario semanal (TPDS): Es el número de vehículos que circulan en toda la semana dividido por 7 días, medido por el número de vehículos por día.

Volumen Horario de Diseño (VHD): Este es el volumen horario futuro utilizado para el diseño. Generalmente, el mayor desplazamiento de 30 por hora se utilizará en los años de diseño futuros. La relación entre las horas de diseño (HDV) y el flujo diario promedio (TPD): las horas de diseño generalmente se expresan como un porcentaje del flujo diario promedio. El rango normal bidireccional está entre el 12% y el 18%, y el rango normal unidireccional está entre el 16% y el 24%.

Factor de la Hora de Máxima Demanda: La relación entre el volumen de la hora pico y la relación de volumen máximo durante la hora pico.

Tránsito (Tráfico): El movimiento de personas, vehículos y animales en la vía pública.

Intersección: Cuando dos o más ejes de vía se cruzan.

Vehículo de diseño: Al seleccionar y diseñar vehículos, considere los tipos de vehículos más exigentes, que pueden utilizar infraestructura vial de alta frecuencia (Asociación Nacional de Oficiales de Transporte, AASHTO, 2011). En este sentido, es necesario brindar información sobre la composición vehicular típica de los elementos viales que se diseñan, la clasificación funcional de la vía y el uso del suelo del proyecto propuesto; con el fin de considerar el aspecto más crítico del diseño geométrico del tipo de vehículo.

Pendiente máxima: En cuanto a la pendiente máxima, las condiciones de restricción dependen de la velocidad de diseño, el nivel funcional de la vía, el tipo de terreno y las condiciones ambientales y la planificación urbana del área. En Bogotá, algunas áreas son producto del desarrollo informal, mientras que los estándares de diseño en otras áreas no se han cumplido en su totalidad; sin embargo, en estas áreas, cualquier mejora en el altímetro puede tener un impacto en la accesibilidad, acceso a la propiedad, redes de servicios públicos y costos. Impacto negativo.

Pendiente mínima: En vías urbanas, la pendiente mínima se ve afectada por problemas de drenaje, ya que es necesario asegurar una rápida y eficaz escurrimiento del agua de lluvia sobre la superficie de conducción para evitar el esquí acuático. De acuerdo con lo anterior, la pendiente mínima utilizada en el diseño vertical de vías urbanas es de 0.3%, estas pendientes deben ser sometidas a las correspondientes obras de drenaje, garantizándose el drenaje.

Peralte: Cuando el vehículo se mueve en una curva horizontal, recibe una fuerza centrípeta que lo empuja hacia el centro de la curva. Esta aceleración se compensa con la fricción lateral y la componente horizontal del peso generado al inclinar la carretera hacia el centro de la curva. Por lo tanto, el coeficiente de fricción lateral de

la superficie de la carretera y la inclinación lateral (también llamada peralte) en la curva son los factores. Ayuda a la estabilidad del coche al pasar elementos con diferentes curvaturas.

Tipo de vía: Se refiere al tipo de jerarquía funcional involucrada en un proyecto de infraestructura, porque cada jerarquía determina condiciones específicas.

Longitud mínima espiral: Debe cumplir con la longitud mínima para garantizar que la curvatura cambie gradualmente y proporcionar una transición de inclinación segura y cómoda para el conductor. Teniendo en cuenta la longitud de transición requerida de la bomba normal al cambio de pendiente de la curva, a continuación, se muestra el valor normal de la espiral definido por su longitud y radio.

Mejoramiento: Está asociado con modificaciones geométricas y / o condiciones de control de tráfico, así como señalización vertical y marcas viales para mejorar los niveles de servicio y la seguridad vial.

Tipo de terreno: Determinado por el terreno principal en la parte investigada. Por tanto, a lo largo de la carretera pueden aparecer partes homogéneas en diferentes tipos de terreno. Estos se clasifican según su pendiente natural en el entorno y en toda la carretera.

Construcción: Estos son proyectos completamente nuevos o involucran intervenciones como agregar carreteras e implementar carriles para autobuses a gran escala.

Aforo vehicular: Es el punto de partida, que le permite comprender el conocimiento y punto de partida de carreteras, calles, avenidas, etc. También informará la capacidad de la vía pública.

Análisis del flujo vehicular: Se analizan las características y el comportamiento del tráfico, que es un requisito importante para proyectos y operaciones basados en carreteras, calles y proyectos que complementan el sistema de tráfico.

Bombeo: La pendiente transversal de la superficie de conducción en una carretera recta está diseñada para promover la escorrentía de aguas superficiales y evitar el Hidro planeo. El bombeo normal debe ser al menos del 2%.

Calzada vehicular: Es una franja definida física y geométricamente por eje plano, pendiente, peralte y ancho total. El ancho total está determinado por el ancho y número de carriles y el tamaño de la berma (la berma solo es aplicable a carreteras urbanas). Su función es apoyar cierto tráfico de vehículos y permitir una conducción cómoda y segura.

Tipo de daño: deterioro de la estructura, pueden darse en superficies asfálticas como en superficies de concreto tales como:

Superficie asfáltica

- Piel de cocodrilo
- Exudación
- Agrietamiento en bloque
- Grieta de borde
- Ahuellamiento

Superficie de concreto

- Grieta de durabilidad
- Sello de juntas
- Desnivel carril/Berma
- Bombeo
- Punzonamiento

Juntas: Las juntas son una parte importante del pavimento de hormigón, y su finalidad es controlar la tensión generada en el hormigón por la retracción y

expansión del material y los cambios de temperatura y humedad. En principio, la losa tendrá el ancho del carril.

Módulo Resiliente: Relación que existe entre los esfuerzos aplicados y las deformaciones recuperables al suprimir el estado de esfuerzos.

Fresado estabilizado: Material asfáltico que se obtiene de un mantenimiento vial que se esté haciendo en el sitio, este proceso es el de mezclar el pavimento reciclado con una emulsión asfáltica que ayuda a estabilizar.

Número estructural: El número de estructura (SN) se define como la capacidad del sistema para soportar la carga de tráfico. El número de estructura es una función del espesor de capa, coeficiente de capa y coeficiente de drenaje, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

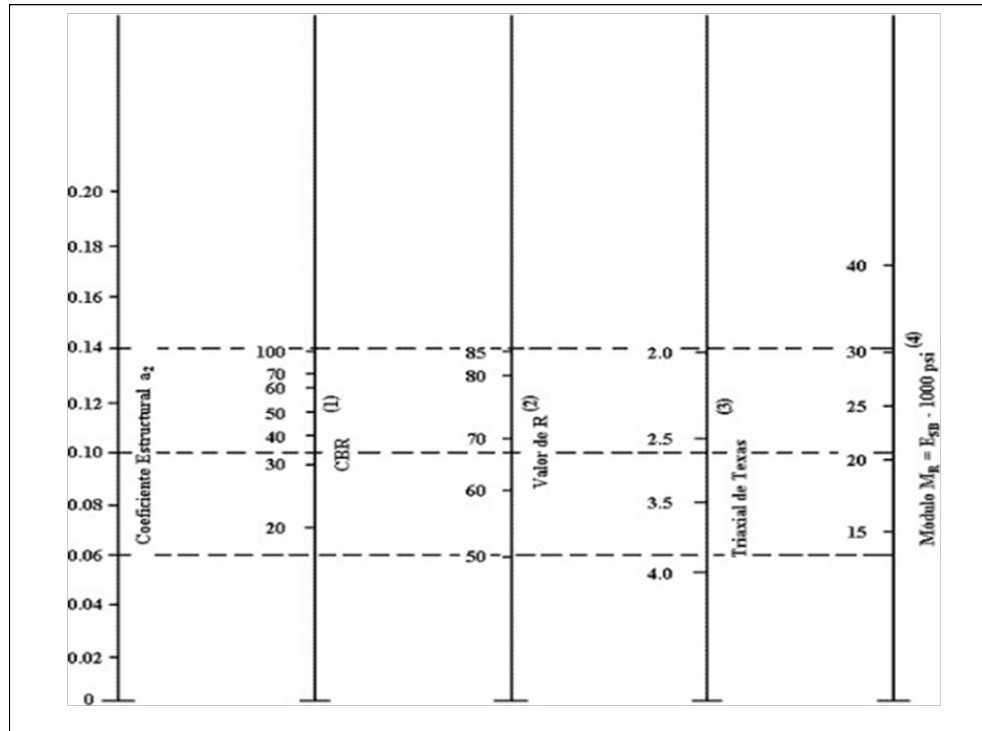
Dónde:

a=Coeficiente de Capa se determina mediante el ábaco (tabla...)

D=Espesores de cada capa en pulgadas.

m=Coeficientes de drenaje.

Figura 7 Abaco para determinar el coeficiente de capa



Fuente: Determinación de espesores por capas, Bogotá D.C 2005

Tránsito atraído: Sin cambiar el destino, puede reemplazar otras carreteras existentes y ocupar el volumen de tráfico de otras carreteras.

Tránsito existente: Determinado como el tráfico antes de la vía de intervención.

Tránsito generado por la nueva vía: El resultado del desarrollo económico y social es el volumen de tráfico.

Tránsito promedio diario anual (TPDA): Según la definición en el anuncio de volumen de tráfico anual emitido por INVIAS, el volumen de tráfico medio diario se refiere al número total de vehículos que transitan en un período determinado (día completo, igual o menor a un año y mayor a un día) dividido por el número de días en el período de entrada.

Tránsito promedio semanal: La cantidad de vehículos que pasan por un punto dado en dos direcciones cada semana.

Tipo de vía: Se refiere al tipo de jerarquía funcional involucrada en un proyecto de infraestructura, porque cada jerarquía determina condiciones específicas.

La herramienta de diseño de selección de trayectoria de diseño mínimo no es solo estimar el radio mínimo, sino también diseñar la trayectoria. Las principales dimensiones que afectan el diseño incluyen: el radio mínimo de giro del eje (RGE), el ancho de la carretera al inicio de la curva, la distancia entre ejes y la trayectoria de la rueda interior trasera (según la Asociación Americana) AASHTO National and Transportation Officials Association, 2011.

Trazado de ruta: Definir el polígono básico del diseño es conocer la posición de la curva en el corredor, y verificar el ángulo de deflexión para seleccionar el tipo de serie requerido. La espiral está definida por el parámetro espiral A, que se puede estimar a partir de la siguiente ecuación:

$$A = \sqrt[2]{L_e + R_c}$$












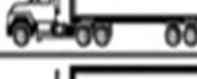



Dónde:

A = Parámetro de curva
(m) Le = Longitud de la
espiral (m) Rc = Radio de
la circular (m)

Vehículo de diseño: Al seleccionar y diseñar vehículos, considere los tipos de vehículos más exigentes, que pueden utilizar infraestructura vial de alta frecuencia (Asociación Nacional de Oficiales de Transporte, AASHTO, 2011). En este sentido, es necesario brindar información sobre la composición

vehicular típica de los elementos viales que se diseñan, la clasificación funcional de la vía y el uso del suelo del proyecto propuesto; con el fin de considerar el aspecto más crítico del diseño geométrico del tipo de vehículo, el contenido anterior.

Figura 8 Vehículo de Diseño

TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA	TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA
AUTOS			C3 Y C4	CAMION C3	
				CAMION C4	
				TRACTO-CAMION C2-S1	
BUSES	BUSETA			TRACTO-CAMION C2-S2	
	BUS			TRACTO-CAMION C3-S1	
	BUS METROPOLITANO		C5	TRACTO-CAMION C3-S2	
C2-P	CAMION DE DOS EJES PEQUEÑO			TRACTO-CAMION C3-S3	
C2-G	CAMION DE DOS EJES GRANDE		> C5		

Fuente: Curso básico de diseño de pavimentos – Ingeniero Fernando Sánchez Sabogal

Velocidad de diseño: Esta velocidad corresponde a la velocidad máxima que puede mantener el vehículo en una parte determinada de la carretera. Cuando las condiciones atmosféricas y del tráfico son propicias para asegurar que las características de diseño sean dominantes, el vehículo puede viajar con seguridad. Para elegir la velocidad de diseño de las vías urbanas, se deben considerar los siguientes factores:

El tipo de proyecto a desarrollar:

- Clasificación funcional de carreteras.
- Tipo de terreno.
- Tipo y cantidad de transporte (carga y transporte público).
- Densidad y características del uso del suelo adyacente.
- Consideraciones económicas y medioambientales.
- El ancho de la sección transversal.
- Los conflictos en curso entre vehículos y peatones en este proyecto.
- Movimientos de subida y bajada de pasajeros.

Tabla 3 Jerarquía de vías según el tipo de terreno

JERARQUÍA DE LA VÍA	TIPO DE TERRENO		
	Plano	Ondulado	Montañoso
Artería Principal	100-120	80-100	60-80
Artería Complementaria	80-100	60-80	40-60
Vías Intermedias	40-60	30-40	20-30
Vías Locales	30-40	20-30	10-20

Fuente: Autores

5 ALCANCES Y LIMITACIONES

5.1 ALCANCES

Basados en información obtenida por medio de imágenes de Google Earth junto con global mapper, se analiza el diseño geométrico de las vías objeto y al mismo tiempo, se realiza la clasificación CIV para identificar su estado actual. Se evalúan las características del suelo para definir las alternativas de estructura de pavimento.

Mediante inspección visual y pruebas de laboratorio analizadas en un documento de estudios previos en zona aledaña, en donde determinan las características y tipos de material que se encuentran en el lugar de estudio.

Se realizará el diseño geométrico acorde con las especificaciones y la categoría de los segmentos viales tratados. Además, se adoptará un periodo de diseño de 10 años para pavimento flexible y articulado, 20 años para pavimento rígido, esto con el fin de determinar el tipo de estructura de pavimento más conveniente desde el punto de vista técnico y económico y las recomendaciones brindadas.

5.2 LIMITACIONES

El proyecto se desarrolló a partir de información topográfica proporcionada por computadoras y / o programas geográficos. Por tanto, los resultados específicos se centran en el diseño geométrico y la estructura de acera adecuada para el tipo de usuario.

Por otro lado, el proyecto que se presentará no incluye revisiones de diseño de redes hidráulicas y eléctricas, ni estudios detallados de tráfico.

No hay estación maestra en la zona que nos pueda servir de. Por tanto, de los periodos cortos aforados se hará la expansión correspondiente para la determinación de la variable de tránsito para pavimento.

En el momento de ejecución de este documento las principales limitaciones son:

- Acceso a los laboratorios, por pandemia se encuentran los laboratorios en servicio restringido, por lo tanto, se ha planteado el trabajo con documentación referencial de exploraciones cerca al sitio de las vías en estudio.
- Posibles confinamientos a raíz de la pandemia.
- Se deberán tener en cuenta todos los protocolos de Bioseguridad establecidos a raíz de la pandemia (COVID-19)
- Tiempos más largos para recolección de datos.

El presente trabajo no contempla el análisis de las redes existentes en la zona de trabajo, por lo cual solo se basará en los diseños descritos en el documento.

6 METODOLOGÍA

A continuación, se describe el proceso con el cual se desarrolla la investigación para el diseño geométrico y estructura de pavimento en los segmentos de vía ubicados en la Localidad Puente Aranda, barrio Muzú.

6.1 Etapa 1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

La recolección de información es un objetivo básico, el propósito es obtener la mayor cantidad de información posible sobre el camino y sus condiciones, brindar la información cuantitativa requerida para el diseño, desarrollar alternativas adecuadas para el proceso y pavimentar de acuerdo a las condiciones del camino. Necesidades de la comunidad. La recopilación de antecedentes puede proporcionar

una definición preliminar de la unidad de análisis, que se caracteriza por una combinación única de diferentes factores en consideración.

6.2 Etapa 2. EVALUACIÓN DE TRANSITO

En el plan de diseño se consideran estructuras viales rígidas y flexibles. Durante el período de diseño de 10 y 20 años, se considerará el número de repeticiones por eje con base en el espectro de carga estimado de los vehículos pesados, que pasarán por el CIV. Según el volumen de tráfico estimado durante el período de diseño y en el carril, calcule el número de repeticiones de cada eje en la vida actual y futura del diseño y su distribución en diferentes grupos de carga, y la distribución estimada es 50. De acuerdo con los "Lineamientos de Bajo Volumen de Tránsito y Diseño de Pavimentos Viales Locales en la Zona Especial de Bogotá".

6.3 Etapa 3. DESGLOSE Y CONCLUSIONES ESTUDIOS DE SUELO

Con los estudios de suelos previos realizados en la zona de trabajo se realizará un análisis y desglose de la información para obtener los valores necesarios para los respectivos diseños, en dichos estudios de suelos se encuentra la información necesaria que de una u otra manera suministrará los laboratorios.

6.4 Etapa 4. DISEÑO GEOMÉTRICO

Con base en el plano y / o información topográfica, analizar el diseño geométrico del tramo vial y considerar que deben ajustarse a necesidad y diagnóstico. Parámetros como: vehículo de diseño, trayectoria del vehículo de diseño, diseño de corredor (ruta, peralte, peralte y transición en tándem), pendiente de la carretera y velocidad del proyecto, tráfico y pendiente en el método, dependiendo de las necesidades de expansión o modificación futura, Finalmente, dar prioridad a los peatones, por tratarse de una vía urbana con mayor manejabilidad.

6.5 Etapa 5. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Definir los módulos elásticos, espesores y relación de Poisson de cada capa de la estructura del pavimento. De esta forma, una vez clasificadas las etapas de evaluación funcional y evaluación de la estructura, se puede determinar el modelo matemático que cumple con los requisitos: el primer modelo o el modelo actual. Una acera La estructura cumplirá con un cierto caudal, que será su capacidad actual; entonces la transición de diseño, si es menor que la primera, no aparecerá ningún espesor, porque la primera condición es suficiente, pero si es mayor que la primera condición, obligará a la colocación de nuevas estructuras para soportarlo.

6.6 Etapa 6. ALTERNATIVAS DE DISEÑO ESTRUCTURA PAVIMENTO

Se propuso el tamaño del espesor de la acera combinado con el corredor vial del proyecto y se consideraron las alternativas estructurales de aceras flexibles y rígidas, al mismo tiempo que se consideró el comportamiento elástico de la calzada para formar cada capa de la estructura de la calzada. La superficie de la carretera y sus características también consideran el número de ejes equivalentes durante el período de diseño. El diseño de espesores se basa en los resultados obtenidos en la evaluación de la ingeniería geotécnica y las características de marcha esperadas, y adopta el método AASHTO.

6.7 Etapa 7. SELECCIÓN ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

Finalmente, tomando en cuenta parámetros como seguridad, comodidad y costo, se realizó un estudio detallado de alternativas para asegurar un comportamiento adecuado ante las condiciones de tránsito en el área del proyecto.

7 DESARROLLO Y ANÁLISIS DE ACTIVIDADES

7.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

7.1.1 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA VIAL

El sistema de movilidad de la ciudad de Bogotá D.C. hace parte del sistema general definido en el Decreto No. 190 de 22 de junio de 2004 (adoptado Reglamento del Decreto Distrital N ° 619 y N ° 469 de 2000 En 2003, constituyó el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, Distrito de Columbia) Consiste en el subsistema de transporte y supervisión por carretera y Control de tráfico.

Según el artículo 164 del citado decreto, el subsistema vial Consiste en la red de carreteras arteriales, la red de carreteras intermedias y la red de carreteras local. Por su parte, el artículo 165 es el mismo que el anterior, estableciendo el sistema El vial consta de la siguiente cuadrícula:

- La malla vial arterial principal: corresponde a la infraestructura de mayor jerarquía, soportando a la ciudad en movilidad y acceso a nivel urbano, regional y nacional.
- La malla arterial complementaria: conecta de forma funcional a la malla arterial principal, facilitando la movilidad de mediana y larga distancia.
- La malla vial intermedia: complementa la traza de las mallas arteriales, configurando una alternativa a nivel zonal de la malla vial arterial y complementaria.
- La malla vial local: cumple como función principal la movilidad de la ciudad a escala zonal.

A su vez, el subsistema de carreteras o "sistema de carreteras" se representa gráficamente como Pasando la sección de la carretera, la sección de la carretera se indica a lo largo de la dirección transversal del eje, Componentes estructurales y decorativos. Por tanto, los tramos básicos del sistema vial de Bogotá son De la siguiente manera (como se establece en el artículo 174 del Decreto N ° 190: 2004):

- Para la Malla Arterial Principal y la Malla Arterial Complementaria: V-0, V-1, V-2 y V-3.

- Para la malla vial Intermedia: V-4, V-5 y V-6.
- Para la malla vial local: V-7, V-8 y V-9.

Se entiende que la sección base de cualquiera de las anteriores categorías, además de definir la funcionalidad de la vía, incluye andenes, ciclorruta y calzadas vehiculares de tráfico mixto.

Tabla 4 Características de la sección vial

Características mínimas según perfil	Ancho total	Separador central	Separador lateral	Ancho andén	Numero carriles tráfico mixto	Ancho carriles tráfico mixto	Ancho ciclo ruta	Control Ambiental	Numero carriles Transmilenio	Ancho carriles Transmilenio
V-0	100m	13m	6,5m	13,5m	4	3,5m	2,5m	10m	NA	NA
V-1a	60m	5m	1,8m	8m	4	3,25m	2,5m	10m	NA	NA
V-1b (Transmilenio)	60m	5m	1,2m	8m	4	3,25m	2,5m	10m	4	3,5m
V-2a	40m	5m	NA	7m	4	3,25m	NA	10m	NA	NA
V-2b	40m	5m	NA	7m	4	3,25m	2,5m	10m	NA	NA
V-2b (Transmilenio)	42m	5m	0,5m	3,5m	4	3,25m	2,5m	10m	4	3,5m
V-3	31m	3m	NA	3,5m	4	3,25m	2,5m	10m	NA	NA
V-4	25m	3m	NA	4,5m	4	3,25m	NA	NA	NA	NA
V-4a	25m	3m	NA	4,5m	4	3,25m	2,4m	NA	NA	NA
V-5	25m	3m	NA	4,5m	4	3,25m	2,4m	NA	NA	NA
V-5a	18m	NA	NA	2,5	2	3m	2,4m	NA	NA	NA
V-6	16m	NA	NA	4,75m	2	3,25m	NA	NA	NA	NA
V-7	13m	NA	NA	3,25m	2	3,25m	NA	NA	NA	NA
V-8	10m	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
V-9	8m	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: SIIPVIALES del IDU

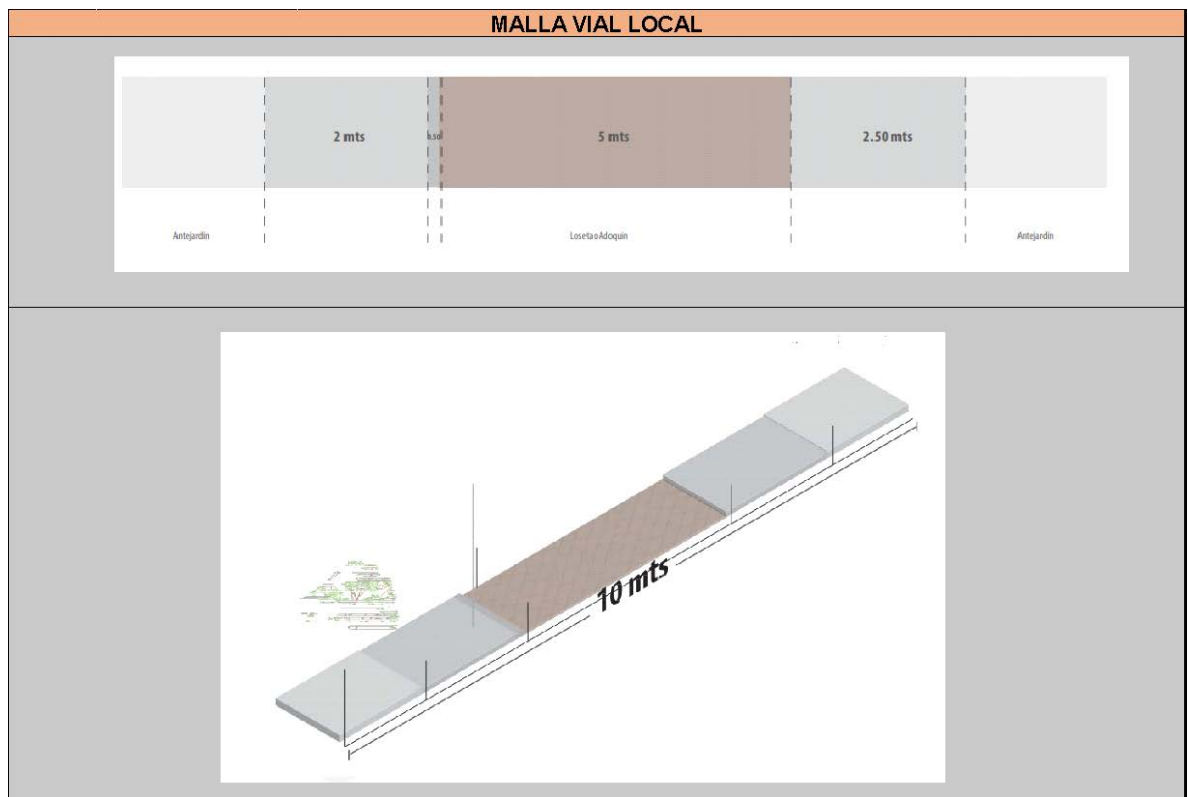
Teniendo en cuenta la información suministrada en la tabla 4 (características de la sección vial), se clasifican los segmentos de vía de estudio de la siguiente manera:

Tabla 5 Clasificación Vial

N° Via	Dirección	Civ	Ancho Promedio Calzada(m)	Clasificación Vial	
1	Carrera 51D	10603539	5,00	V-9	Malla vial Local (Peatonal)
2	Calle 38A sur	16003540	8,00	V-9	Malla vial Local (Peatonal)
3	Carrera 51D Bis	16003481	5,00	V-9	Malla vial Local (Peatonal)
4	Calle 38 sur	16003473	8,00	V-9	Malla vial Local (Vehicular)

Fuente: Autor

Figura 9 Esquema Malla Vial local



Fuente: Autor a partir de documento IDU

7.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA QUE CONFORMAN LA UPZ No 41 MUZÚ DE LA LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA.

Según la microzonificación geológica de Bogotá³, el área de estudio corresponde a la zona de suelo blando. Se puede ver en el plano 1. Geología. Desde un punto de vista geológico, los estratos correspondientes en el área de estudio Complejo de cono (Qcc). La estratigrafía corresponde a la deposición móvil. Los torrentes de las estribaciones orientales y la forma cónica del río Tunjuelo. Ver Plano 2. Plano de zonificación geotécnica UPZ 41 MUZU.

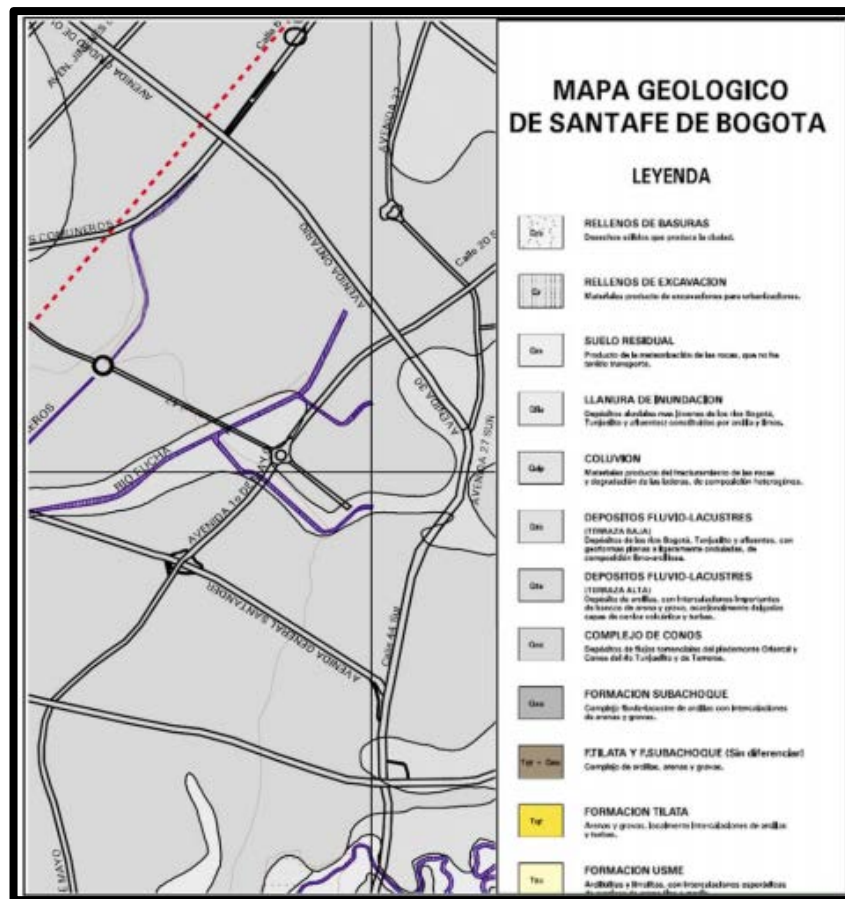
Además, se descubrió en la zona una falla oculta llamada San Cristóbal. Viaja por la ciudad. En consecuencia, el departamento El informe de Prevención y Atención de Urgencias (DPAE) indicó que debido a la remoción masiva es rara y no hay riesgo de inundaciones.

Según la geomorfología del terreno y la inspección visual, lo que se evidencia es que el terreno muestra una pendiente baja.⁴

³ INGEOMINAS. PROYECTO MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. [citado 05 feb., 2021]. Disponible en: http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/Mapa_Geo.pdf

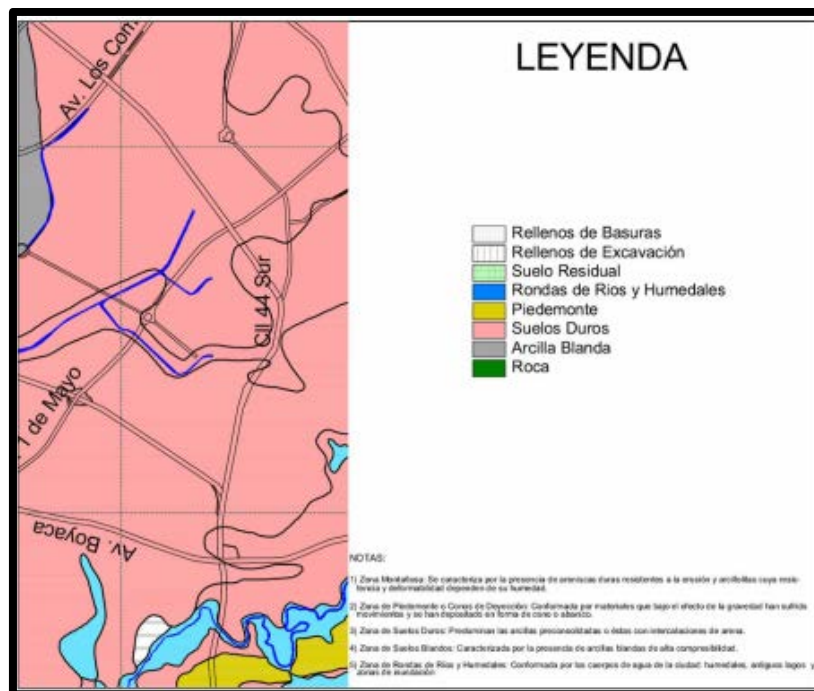
⁴ LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA-PRODI OBRAS S.A.S, CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE INTERVENTORÍA. CONSORCIO VIAL PUENTE ARANDA. [citado 05 feb., 2021].

Plano 1 Mapa Geológico



Fuente: INGEOMINAS

Plano 2 Mapa de zonificación geotécnica de la UPZ 41 MUZÚ



Fuente: INGEOMINAS

7.1.3 VISITA TÉCNICA- REGISTRO FOTOGRÁFICO

Para obtener el diagnóstico de las vías de la UPZ 41 Muzú, se realizó la visita al barrio para así determinar el área de influencia, los cuatro (4) segmentos de vía se eligieron por la magnitud de su deterioro, causando problemas a las personas que transitan por las vías.

Durante la visita se tomaron fotografías en donde se evidencian daños en la estructura del pavimento, por lo que se procedió a realizar una descripción de su falla basado en la clasificación del estado de los pavimentos del INVIAS.

7.1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS FALLAS

Tabla 6 Tipos de Daños

TIPO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN
Piel de cocodrilo (PC)	Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. La figuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de las cargas.
Abultamiento (AB)	Este deterioro se asigna a los “abombamientos” o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento. Pueden presentarse bruscamente ocupando pequeñas áreas o gradualmente en áreas grande, acompañados en algunos casos por fisuras.
Baches (BCH)	Desintegración total de la capa asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Dentro de este tipo de deterioro se encuentran los ojos de pescado que corresponden a baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes bien definidos.
Descascaramiento (DC)	Este deterioro corresponde al desprendimiento de parte de la capa asfáltica superficial, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes.
Fisura longitudinal y transversal (FL,FT)	Corresponde a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicios de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura.
Perdida de agregado (PA)	Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos.
Parche (PCH)	Corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios.
Fisura en bloque (FB)	Cuando se presenta este tipo de daño la superficie del asfalto es dividida en bloques de forma aproximadamente rectangular. Los bloques tienen lado promedio mayor a 0.30 m
Hundimiento (HUN)	Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento respecto al nivel de la rasante. Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad en los vehículos, especialmente cuando contienen agua pues se puede producir hidropilano.

Fuente: Autor











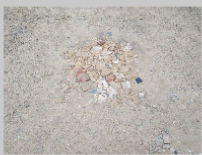

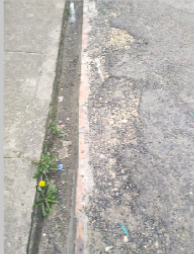



BARRIO MUZU (OSPINA PEREZ) CARRERA 51D		
Nº FOTO	FOTO	DESCRIPCIÓN (INVIAS)
1		(BCH,PC) Desprendimiento de la capa asfáltica con profundidades mayores a los 50 mm con progresivo desprendimiento del material granular.
2		(BCH,PC) Desprendimiento de la capa asfáltica con profundidades mayores a los 50 mm con progresivo desprendimiento del material granular.
3		(DC) Clara perdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
4		(DC) Clara perdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
5		(DC) Clara perdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.

Tabla 7 Descripción Fallas carrera 51D

6		(DC) Clara perdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
7		(DC) Clara perdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
8		(BCH,DC) se presenta desintegración total de la carpeta asfáltica dejando expuesto el material granular con una profundidad entre 25 mm y 50 mm dejando expuesta la base
9		(DC) Clara perdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
10		(BCH,PC) Perdida total de la capa asfáltica dejando expuesto el material granular y piel de cocodrilo con profundidades mayores a los 50 mm, se evidencia un intento por rellenar el deterioro

Fuente: Autor

Tabla 8 Descripción Fallas Calle 38A sur

BARRIO MUZU (OSPINA PEREZ) CALLE 38A SUR		
N° FOTO	FOTO	DESCRIPCIÓN (NVIAS)
1		(BCH,FB,HUN) Se presenta pérdida total de la capa asfáltica con hundimiento y posible intento por rellenar el deterioro, profundidades mayores a los 50 mm.
2		(PC)(DC) Se presenta un deterioro de piel de cocodrilo de nivel alto con desprendimientos de material superficial con profundidades entre 25 mm y 50 mm. No se diferencia la vía de la vereda.
3		(BCH) se presenta desintegración total de la carpeta asfáltica dejando expuesto el material granular con una profundidad de afectación mayor que 50 mm, llegando a afectar la base granular.
4		(BCH) se presenta desintegración total de la carpeta asfáltica dejando expuesto el material granular con una profundidad de afectación mayor que 50 mm, llegando a afectar la base granular.
5		(PC) presenta piel de cocodrilo con un nivel alto ya que presenta aberturas mayores a los 3 mm. Se ven desportillamiento en los bordes y los bloques se encuentran sueltos causando descascamientos y bombeo.
6		(PC) presenta piel de cocodrilo con un nivel alto ya que presenta aberturas mayores a los 3 mm. Se ven desportillamiento en los bordes y los bloques se encuentran sueltos causando descascamientos y bombeo.

Fuente: Autor







BARRIO MUZU (OSPINA PEREZ) CARRERA 51 D BIS SUR		
N° FOTO	FOTO	DESCRIPCION (INVIAS)
1		(PC)(DC) Se presenta un deterioro de piel de cocodrilo de nivel alto con desprendimientos de material superficial con profundidades entre 25 mm y 50 mm. No se diferencia la vía de la vereda.
2		(BCH) se presenta desintegración total de la carpeta asfáltica dejando expuesto el material granular con una profundidad de afectación mayor que 50 mm, llegando a afectar la base granular.
3		(DC) Clara pérdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
4		(DC) Clara pérdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
5		(BCH) se presenta desintegración total de la carpeta asfáltica dejando expuesto el material granular con una profundidad de afectación mayor que 50 mm, llegando a afectar la base granular.

Tabla 9 Descripción Fallas Carrera 51 D Bis sur

6		(BCH) se presenta desintegración total de la carpeta asfáltica dejando expuesto el material granular con una profundidad de afectación mayor que 50 mm, llegando a afectar la base granular.
7		(DC) Clara pérdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
8		(DC) Clara pérdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
9		(BCH) se presenta desintegración total de la carpeta asfáltica dejando expuesto el material granular con una profundidad de afectación mayor que 50 mm, llegando a afectar la base granular.
10		(BCH,FB,HUN) Se presenta pérdida total de la capa asfáltica con hundimiento y posible intento por rellenar el deterioro, profundidades mayores a los 50 mm.

Fuente: Autor



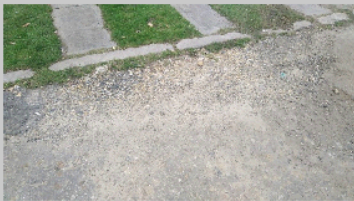







BARRIO MUZU (OSPINA PEREZ) CALLE 38 BIS SUR (BAHIA)		
N° FOTO	FOTO	DESCRIPCIÓN (INVIAS)
1		(PC) presenta piel de cocodrilo con un nivel alto ya que presenta aberturas mayores a los 3 mm. Se ven desportillamiento en los bordes y los bloques se encuentran sueltos causando descascamientos y bombeo.
2		(PC) presenta piel de cocodrilo con un nivel alto ya que presenta aberturas mayores a los 3 mm. Se ven desportillamiento en los bordes y los bloques se encuentran sueltos causando descascamientos y bombeo.
3		(DC) Clara perdida de la capa asfáltica afectando totalmente el tránsito y generando afloramiento de la base granular lo cual produce daños en los vehículos.
4		(PC)(DC) Se presenta un deterioro de piel de cocodrilo de nivel alto con despresndimientos de material superficial con profundidades entre 25 mm y 50 mm. No se diferencia la vía de la vereda.
5		(PC)(DC) Se presenta un deterioro de piel de cocodrilo de nivel alto con despresndimientos de material superficial con profundidades entre 25 mm y 50 mm. No se diferencia la vía de la vereda.

Tabla 10 Descripción Fallas Calle 38 Bis sur

6		(PC)(DC) Se presenta un deterioro de piel de cocodrilo de nivel alto con despresndimientos de material superficial con profundidades entre 25 mm y 50 mm. No se diferencia la vía de la vereda.
7		(BCH,FB,HUN) Se presenta pérdida total de la capa asfáltica con hundimiento y posible intento por rellenar el deterioro, profundidades mayores a los 50 mm.
8		(FL,FT,PCH) fisuras longitudinales y transversales que se presentan sobre al vía con alguna perdida de material y desgaste superficial, también presenta un parche.
9		(FL,FT,PCH) fisuras longitudinales y transversales que se presentan sobre al vía con alguna perdida de material y desgaste superficial, también presenta un parche.
10		(BCH,FB,HUN) Se presenta pérdida total de la capa asfáltica con hundimiento y posible intento por rellenar el deterioro, profundidades mayores a los 50 mm.

Fuente: Autor

7.2 TRÁNSITO DE DISEÑO

7.2.1 LOCALIZACIÓN GENERAL

El territorio social de Muzú se ubica en la localidad de Puente Aranda. Está delimitado por 68 carreteras de noroeste a sur por la carretera sur. Al este se encuentra la Avenida 1ª de Mayo. Representa un área total de 249,42 El área protegida es de 6.13 hectáreas y la población es 74.105 (2005), la densidad de población era de 276 habitantes / ha. Tiene 504 bloques, que representan un área de 157 hectáreas cada uno. Los canales Fucha y Albino atravesaron este territorio, Demarcación geográfica.

Figura 10 Ubicación Aforo Vehicular, Peatonal



Fuente: Geología UPZ 41

7.2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES VÍA V-9

Tabla 11 Clasificación de las vías

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	JERARQUÍA	ANCHO DE SECCIONES Y TRANSVERSAL (m)	FUNCION	TIPOS DE VÍAS	TIPOS DE TRÁFICO	CONTROL DE ACCESOS	CRUCES CON OTRAS VÍAS	MANEJO PEATONAL	PARADAS DE BUSES	ESTACIONAMIENTO EN VÍA	VELOCIDAD DE OPERACIÓN
VÍAS PARA VEHÍCULOS Y ALAMEDAS	V-9	5 y 8	ACCESO A PREDIOS, ENCUENTROS Y RECREACIÓN	DE PASO	PEATONES	NA	NA	COMPLETA LIBERTAD	PROHIBIDO	NA	NA

Fuente: https://www.idu.gov.co/web/content/7456/guia_diseno_vias_urbanas_bogota.pdf

Por lo tanto, el procedimiento a implementar para la determinación del tránsito de diseño, se lleva a cabo con base a los criterios del IDU para vías de bajos volúmenes de tránsito para Bogotá D.C.

7.2.3 ESTUDIO DE TRÁNSITO

Una vez completado el recorrido en el área de interés del presente proyecto en la localidad de Puente Aranda, se procede a realizar los correspondientes estudios, se harán registros de campo tomados en el mes de marzo de 2021 durante cuatro días típicos. La información in situ se registra en un formato estándar previamente diseñado para este propósito; se clasifican los tipos de vehículos (autos, buses y camiones). Así mismo, los días de monitoreo para los cuales se han determinado las condiciones de flujo vehicular son cuatro días, en condiciones típicas (viernes 26 de marzo y lunes 29 de marzo) y dos días atípicos (sábado 27 de marzo y domingo 28 de marzo). En un horario comprendido entre 10:00 a 13:00 del año en curso (2021).

Tabla 12 Tipología muestras

TIPOLOGIA ASOCIADA	TIPOLOGIA VEHICULAR	NOMBRE CORTO
Livianos	Particulares,taxis, ambulancias, chanas hasta 7 pasajeros, camionetas de menos de 1 toneladas	L
Buses	Colectivos: Vehiculares de transporte publico de 1 puerta, incluye colectivos, especiales Busetas/Busetones: 2 puertas , incluye buses cortos provisionales, busetas especiales. Buses: Largos, duales, incluye buses de 3 puertas.	B
Servicios Troncales	Articulado corrientes de transmilenio: Biarticulado	T
Intermunicipales	Aquellos vehiculares que prestan el servicio de intermunicipales, independientes de las características del vehiculo.	I
Camiones de 2 ejes pequeños y grandes	Camiones de dos ejes pequeños y grandes.	C2
Camiones de 3 ejes	Camiones de tres ejes	C3
Camiones ≥ 4 ejes	Camiones de cuatro ejes, Camiones de cinco ejes, Camiones de mas de cinco ejes	≥C4
Cinco sin Motor	Bicicletas	CSM
Cinco con Motor	Motos	CCM

Fuente: Contrato de consultoría 1268 2016

Tabla 13 Categorías Vehiculares

TIPOLOGIA ASOCIADA	TIPOLOGIA VEHICULAR
Autos	Livianos
Buses y transmilenio	Incluye todo el transporte publico
Camiones	Todos los ejes
Motos	Motos y Bicicletas

Fuente: Contrato de consultoría 1268 2016

7.2.4 AFOROS

Se presentan en tablas resumen los resultados obtenidos del aforo de tránsito que se registró durante los cuatro días de muestreo (viernes, sábado, domingo y lunes), para los segmentos de vía objeto.

7.2.4.1 RESUMEN AFORO VEHICULAR

Tabla 14 Resumen Aforo Vehicular

Resumen Aforo Vehicular Dia Viernes			Resumen Aforo Vehicular Dia Sabado			Resumen Aforo Vehicular Dia Domingo			Resumen Aforo Vehicular Dia Lunes		
Carrera 51D			Carrera 51D			Carrera 51D			Carrera 51D		
Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos
Liviano (automovil)	88	7	Liviano (automovil)	100	6	Liviano (automovil)	80	4	Liviano (automovil)	88	7
Pesado (camion)	13	1	Pesado (camion)	0	0	Pesado (camion)	20	1	Pesado (camion)	13	1
Total	100	8	Total	100	6	Total	100	5	Total	100	8
Calle 38A sur			Calle 38A sur			Calle 38A sur			Calle 38A sur		
Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos
Liviano (automovil)	100	4	Liviano (automovil)	78	7	Liviano (automovil)	100	5	Liviano (automovil)	100	5
Pesado (camion)	0	0	Pesado (camion)	22	2	Pesado (camion)	0	0	Pesado (camion)	0	0
Total	100	4	Total	100	9	Total	100	5	Total	100	5
Carrera 51D Bis			Carrera 51D Bis			Carrera 51D Bis			Carrera 51D Bis		
Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos
Liviano (automovil)	80	4	Liviano (automovil)	78	7	Liviano (automovil)	83	5	Liviano (automovil)	100	5
Pesado (camion)	20	1	Pesado (camion)	22	2	Pesado (camion)	17	1	Pesado (camion)	0	0
Total	100	5	Total	100	9	Total	100	6	Total	100	5
Calle 38 Sur (Bahia)			Calle 38 Sur (Bahia)			Calle 38 Sur (Bahia)			Calle 38 Sur (Bahia)		
Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	Nº Vehiculos
Liviano (automovil)	91	10	Liviano (automovil)	86	6	Liviano (automovil)	100	6	Liviano (automovil)	100	7
Pesado (camion)	9	1	Pesado (camion)	14	1	Pesado (camion)	0	0	Pesado (camion)	0	0
Total	100	11	Total	100	7	Total	100	6	Total	100	7

Fuente: Autores

7.2.4.2 RESUMEN AFORO PEATONAL

Tabla 15 Resumen Aforo Peatonal

Resumen Aforo Peatonal Día Viernes			Resumen Aforo Peatonal Día Sábado			Resumen Aforo Peatonal Día Domingo			Resumen Aforo Peatonal Día Lunes		
Carrera 51D			Carrera 51D			Carrera 51D			Carrera 51D		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	66	23	Peaton Vulnerable	66	29	Peaton Vulnerable	66	31	Peaton Vulnerable	60	26
Peaton no Vulnerable	34	12	Peaton no Vulnerable	34	15	Peaton no Vulnerable	34	16	Peaton no Vulnerable	40	17
Total	100	35	Total	100	44	Total	100	47	Total	100	43
Calle 38A sur			Calle 38A sur			Calle 38A sur			Calle 38A sur		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	59	22	Peaton Vulnerable	55	22	Peaton Vulnerable	58	25	Peaton Vulnerable	52	23
Peaton no Vulnerable	41	15	Peaton no Vulnerable	45	18	Peaton no Vulnerable	42	18	Peaton no Vulnerable	48	21
Total	100	37	Total	100	40	Total	100	43	Total	100	44
Resumen Aforo Peatonal Día Viernes			Resumen Aforo Peatonal Día Sábado			Resumen Aforo Peatonal Día Domingo			Resumen Aforo Peatonal Día Lunes		
Carrera 51D Bis			Carrera 51D Bis			Carrera 51D Bis			Carrera 51D Bis		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	59	16	Peaton Vulnerable	59	16	Peaton Vulnerable	55	16	Peaton Vulnerable	61	19
Peaton no Vulnerable	41	11	Peaton no Vulnerable	41	11	Peaton no Vulnerable	45	13	Peaton no Vulnerable	39	12
Total	100	27	Total	100	27	Total	100	29	Total	100	31
Calle 38 Sur (Bahía)			Calle 38 Sur (Bahía)			Calle 38 Sur (Bahía)			Calle 38 Sur (Bahía)		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	69	35	Peaton Vulnerable	55	29	Peaton Vulnerable	60	34	Peaton Vulnerable	59	35
Peaton no Vulnerable	31	16	Peaton no Vulnerable	45	24	Peaton no Vulnerable	40	23	Peaton no Vulnerable	41	24
Total	100	51	Total	100	53	Total	100	57	Total	100	59

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta cada uno de los aforos, relacionados en las tablas anteriores donde se tuvieron en cuenta tres (3) horas cada día, se determinó el Volumen Horario de Máxima Demanda para cada segmento de vía y cada día, debemos seleccionar el mayor de los resultados y así continuar con el cálculo de Transito Promedio Diario, el cual debe ser calculado para conocer el número de ejes equivalentes.

Tabla 16 Volumen Horario de Máxima Demanda (Aforo Vehicular)

VÍA ESPECÍFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	Volumen Horario de Máxima Demanda (Vehicular)											
	Viernes			Sabado			Domingo			Lunes		
	Periodo 1 (10:00-11:00)	Periodo 2 (11:00-12:00)	Periodo 3 (12:00-13:00)	Periodo 1 (10:00-11:00)	Periodo 2 (11:00-12:00)	Periodo 3 (12:00-13:00)	Periodo 1 (10:00-11:00)	Periodo 2 (11:00-12:00)	Periodo 3 (12:00-13:00)	Periodo 1 (10:00-11:00)	Periodo 2 (11:00-12:00)	Periodo 3 (12:00-13:00)
Carrera 51D	3	3	2	2	2	2	2	2	1	3	3	2
Calle 38A Sur	1	2	1	3	4	2	2	1	2	2	3	0
Carrera 51D Bis	2	2	1	3	4	2	3	1	2	2	2	1
Calle 38 Sur (Bahia)	5	4	2	3	2	2	2	1	3	2	3	2

Fuente: Autores

El cálculo de la tabla anterior se realizó haciendo la sumatoria de los vehículos por periodos de una hora en cada día, por tanto, se adoptan los siguientes datos:

- **Carrera 51D:** El volumen de máxima demanda se presenta el día viernes en un horario diurno, con un periodo que oscila entre las 10:10 -11:00 obteniendo VHMD de 3.
- **Calle 38A sur:** El volumen de máxima demanda se presenta el día sábado en un horario diurno, con un periodo que oscila entre las 11:10 -12:00 obteniendo VHMD de 3.
- **Carrera 51D Bis:** El volumen de máxima demanda se presenta el día Domingo en un horario diurno, con un periodo que oscila entre las 10:00 - 11:00 obteniendo VHMD de 3.
- **Calle 38 Sur:** El volumen de máxima demanda se presenta el día viernes en un horario diurno, con un periodo que oscila entre las 10:00 -11:00 obteniendo VHMD de 5.

Para el cálculo del Tránsito Promedio Diario (TDP), se multiplica el VHMD*12 (Horas diurnas) al resultado sacamos el 30% asumiendo que este porcentaje se da en el

horario nocturno, se realiza la suma de esos dos factores para obtener el TPD. Teniendo así:

Tabla 17 Transito Promedio de Diseño (Aforo Vehicular)

TRANSITO PROMEDIO DIARIO (Vehicular)							
Carrera 51D		Calle 38A Sur		Carrera 51D Bis		Calle 38 Sur (Bahia)	
VHMD	3	VHMD	4	VHMD	3	VHMD	5
VHMD*12	36	VHMD*12	48	VHMD*12	36	VHMD*12	60
(VHMD*12)*(30%)	11	(VHMD*12)*(30%)	14	(VHMD*12)*(30%)	11	(VHMD*12)*(30%)	18
TPD	47	TPD	62	TPD	47	TPD	78

Fuente: Autor

Tabla 18 Volumen Horario de Máxima Demanda (Aforo Peatonal)

Volumen Horario de Máxima Demanda (Peatonal)												
VIA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	Viernes			Sabado			Domingo			Lunes		
	Periodo 1 (10:15-11:15)	Periodo 2 (11:15-12:15)	Periodo 3 (12:15-13:15)	Periodo 1 (10:15-11:15)	Periodo 2 (11:15-12:15)	Periodo 3 (12:15-13:15)	Periodo 1 (10:15-11:15)	Periodo 2 (11:15-12:15)	Periodo 3 (12:15-13:15)	Periodo 1 (10:15-11:15)	Periodo 2 (11:15-12:15)	Periodo 3 (12:15-13:15)
Carrera 51D	11	12	12	15	14	15	11	22	14	11	16	14
Calle 38A Sur	11	13	13	9	16	15	11	17	15	14	16	14
Carrera 51D Bis	10	8	9	11	8	8	10	10	9	12	10	9

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en las tablas anteriores, se establece:

- **Carrera 51D:** El Volumen de máxima demanda se presenta el día Domingo en un horario diurno, con un periodo que oscila entre las 11:15 -12:15 obteniendo VHMD de 22.
- **Calle 38A sur:** El Volumen de máxima demanda se presenta el día Domingo en un horario diurno, con un periodo que oscila entre las 11:15 -12:15 obteniendo VHMD de 17.
- **Carrera 51D Bis:** El Volumen de máxima demanda se presenta el día lunes en un horario diurno, con un periodo que oscila entre las 10:15 -11:15 obteniendo VHMD de 12.
- **Calle 38 Sur:** El Volumen de máxima demanda se presenta el día viernes en un horario diurno, con un periodo que oscila entre las 10:15 -11:15 obteniendo VHMD de 20.

Tabla 19 Transito Promedio de Diseño (Aforo Peatonal)

Carrera 51D		Calle 38A Sur		Carrera 51D Bis		Calle 38 Sur (Bahia)	
VHMD	22	VHMD	17	VHMD	12	VHMD	20
VHMD*12	264	VHMD*12	204	VHMD*12	144	VHMD*12	240
(VHMD*12)*(30%)	79	(VHMD*12)*(30%)	61	(VHMD*12)*(30%)	43	(VHMD*12)*(30%)	72
TPD	343	TPD	265	TPD	187	TPD	312

Fuente: Autor

7.2.5 CRECIMIENTO VEHICULAR

Para realizar un estimado de la proyección del tránsito para los segmentos de vía objeto de estudio, se tendrá en cuenta una base de datos suministrada en la plataforma digital de la secretaría Distrital de Movilidad.

Proporciona una tabla con las tasas de crecimiento vehicular realizadas por la dirección de seguridad vial y comportamiento de la Tránsito.

Tabla 20 Tasa de Crecimiento Vehicular

Localidad	Periodo			
	2013-2017	2018-2022	2023-2027	2028-2032
Usaquen	2,35%	1,98%	1,76%	1,61%
Chapinero	3,54%	3,68%	3,48%	3,33%
Santa Fe	3,32%	3,50%	3,32%	3,07%
San Cristobal	2,03%	1,63%	1,44%	1,30%
Usme	3,43%	3,40%	3,18%	3,01%
Tunjuelito	2,39%	2,05%	1,84%	1,66%
Bosa	2,70%	2,39%	2,16%	1,99%
Kennedy	3,00%	2,87%	2,67%	2,46%
Fontibon	2,76%	2,46%	2,23%	2,06%
Engativa	2,98%	2,86%	2,64%	2,49%
Suba	3,23%	3,17%	2,95%	2,78%
Barrios Unidos	3,14%	3,09%	2,90%	2,76%
Teusaquillo	2,61%	2,32%	2,11%	1,95%
Los Martires	3,04%	2,99%	2,80%	2,66%
Antonio Nariño	2,66%	2,41%	2,21%	2,00%
Puente Aranda	2,73%	2,51%	2,32%	2,18%
La Candelaria	3,05%	2,57%	2,31%	2,12%
Rafael Uribe	2,47%	2,18%	1,99%	1,75%
Ciudad Bolivar	2,71%	2,51%	2,30%	2,11%
Promedio Localidades	2,85%	2,66%	2,45%	2,28%

Fuente: Documento secretaria de movilidad adaptada por el autor

Se tomarán los datos de los años:

- **2022:** 2,51%
- **2027:** 2,32%
- **2032:** 2,18%

Se realiza un Promedio Aritmético obteniendo:

- **Tasa de crecimiento:**

Tabla 21 Tasa de crecimiento

Tasa de Crecimiento
2,51%
2,32%
2,18%
2,34%

Fuente: Autor

7.2.6 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Para determinar el número de ejes equivalentes con los volúmenes de tránsito evaluados anteriormente se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- **Ejes equivalentes simples:** 8.2 Toneladas
- **Periodo de Diseño Pavimento Flexible:** 10 años
- **Periodo de Diseño Pavimento Rígido:** 20 años
- **Periodo de Diseño Pavimento Articulado (Adoquín):** 10 años

Este cálculo se realizará teniendo en cuenta la composición vehicular del día asignado por el volumen horario de máxima Demanda. Además, se trabajará bajo la hipótesis de la construcción en el año 2022, a continuación, se presenta la composición vehicular de cada día evaluado.

Tabla 22 Composición Vehicular Viernes y Sábado

Composicion Vehicular Dia Viernes			Composicion Vehicular Dia Sabado		
<u>Carrera 51D</u>			<u>Carrera 51D</u>		
Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos
Liviano (automovil)	88	7	Liviano (automovil)	100	6
Pesado (camion)	13	1	Pesado (camion)	0	0
Total	100	8	Total	100	6
<u>Calle 38A sur</u>			<u>Calle 38A sur</u>		
Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos
Liviano (automovil)	100	4	Liviano (automovil)	78	7
Pesado (camion)	0	0	Pesado (camion)	22	2
Total	100	4	Total	100	9
<u>Carrera 51D Bis</u>			<u>Carrera 51D Bis</u>		
Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos
Liviano (automovil)	80	4	Liviano (automovil)	78	7
Pesado (camion)	20	1	Pesado (camion)	22	2
Total	100	5	Total	100	9
<u>Calle 38 Sur (Bahia)</u>			<u>Calle 38 Sur (Bahia)</u>		
Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos
Liviano (automovil)	91	10	Liviano (automovil)	86	6
Pesado (camion)	9	1	Pesado (camion)	14	1
Total	100	11	Total	100	7

Fuente: Autores

Tabla 23 Composición Vehicular Domingo y Lunes

Composicion Vehicular Dia Domingo			Composicion Vehicular Dia Lunes		
<u>Carrera 51D</u>			<u>Carrera 51D</u>		
Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos
Liviano (automovil)	80	4	Liviano (automovil)	88	7
Pesado (camion)	20	1	Pesado (camion)	13	1
Total	100	5	Total	100	8
<u>Calle 38A sur</u>			<u>Calle 38A sur</u>		
Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos
Liviano (automovil)	100	5	Liviano (automovil)	100	5
Pesado (camion)	0	0	Pesado (camion)	0	0
Total	100	5	Total	100	5
<u>Carrera 51D Bis</u>			<u>Carrera 51D Bis</u>		
Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos
Liviano (automovil)	83	5	Liviano (automovil)	100	5
Pesado (camion)	17	1	Pesado (camion)	0	0
Total	100	6	Total	100	5
<u>Calle 38 Sur (Bahia)</u>			<u>Calle 38 Sur (Bahia)</u>		
Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos	Clasificación Vehiculo	%	N° Vehiculos
Liviano (automovil)	100	6	Liviano (automovil)	100	7
Pesado (camion)	0	0	Pesado (camion)	0	0
Total	100	6	Total	100	7

Fuente: Autores

Tabla 24 Composición Peatonal Viernes y Sábado

Composicion Peatonal Dia Viernes			Composicion Peatonal Dia Sabado		
<u>Carrera 51D</u>			<u>Carrera 51D</u>		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	66	23	Peaton Vulnerable	66	29
Peaton no Vulnerable	34	12	Peaton no Vulnerable	34	15
Total	100	35	Total	100	44
<u>Calle 38A sur</u>			<u>Calle 38A sur</u>		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	59	22	Peaton Vulnerable	55	22
Peaton no Vulnerable	41	15	Peaton no Vulnerable	45	18
Total	100	37	Total	100	40
<u>Carrera 51D Bis</u>			<u>Carrera 51D Bis</u>		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	59	16	Peaton Vulnerable	59	16
Peaton no Vulnerable	41	11	Peaton no Vulnerable	41	11
Total	100	27	Total	100	27
<u>Calle 38 Sur (Bahia)</u>			<u>Calle 38 Sur (Bahia)</u>		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	69	35	Peaton Vulnerable	55	29
Peaton no Vulnerable	31	16	Peaton no Vulnerable	45	24
Total	100	51	Total	100	53

Fuente: Autores

Tabla 25 Composición Peatonal Domingo y Lunes

Composicion Peatonal Dia Domingo			Composicion Peatonal Dia Lunes		
<u>Carrera 51D</u>			<u>Carrera 51D</u>		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	66	31	Peaton Vulnerable	60	26
Peaton no Vulnerable	34	16	Peaton no Vulnerable	40	17
Total	100	47	Total	100	43
<u>Calle 38A sur</u>			<u>Calle 38A sur</u>		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	58	25	Peaton Vulnerable	52	23
Peaton no Vulnerable	42	18	Peaton no Vulnerable	48	21
Total	100	43	Total	100	44
<u>Carrera 51D Bis</u>			<u>Carrera 51D Bis</u>		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	55	16	Peaton Vulnerable	61	19
Peaton no Vulnerable	45	13	Peaton no Vulnerable	39	12
Total	100	29	Total	100	31
<u>Calle 38 Sur (Bahia)</u>			<u>Calle 38 Sur (Bahia)</u>		
Clasificación Peatonal	%	N°Peatones	Clasificación Peatonal	%	N°Peatones
Peaton Vulnerable	60	34	Peaton Vulnerable	59	35
Peaton no Vulnerable	40	23	Peaton no Vulnerable	41	24
Total	100	57	Total	100	59

Fuente: Autores

7.2.6.1 TRANSITO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO (PAVIMENTO FLEXIBLE Y ARTICULADO)

Figura 11 Ecuación Transito Durante el Periodo de Diseño

TRANSITO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO	
$TPD_{2030} = TPD_{2021} \times \left(\frac{A \times B}{100} \right)^r \times n^{F.C.}$	
TPD	Transito promedio diario para el año inicial
A	Porcentaje estimado de vehiculos pesados
B	Porcentaje vehiculos pesados que emplean el carril de diseño
r	Rata anual del crecimiento del transito
n	Periodo de diseño
F.C	Factor camion

Fuente: Autores

Tabla 26 Transito durante el periodo de Diseño Pavimento Flexible y Articulado

Tasa de crecimiento r	2,34%
Periodo de Diseño n	10 Años

Transito durante el periodo de diseño Pavimento Flexible y Articulado				
TPD	Carrera 51D	Calle 38A sur	Carrera 51D Bis	Calle 38 sur
TPD ₂₀₂₁	47	62	47	78
TPD ₂₀₂₂	48	64	48	80
TPD ₂₀₂₃	49	65	49	82
TPD ₂₀₂₄	50	67	50	84
TPD ₂₀₂₅	51	68	51	86
TPD ₂₀₂₆	53	70	53	88
TPD ₂₀₂₇	54	72	54	90
TPD ₂₀₂₈	55	73	55	92
TPD ₂₀₂₉	56	75	56	94
TPD ₂₀₃₀	58	77	58	96
Σ	520	694	520	867
Crecimiento del transito constante.	526	702	526	877

Fuente: Autores

7.2.6.2 TRANSITO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO (PAVIMENTO RÍGIDO)

Tabla 27 Transito durante el periodo Diseño Pavimento Rígido

Tasa de crecimiento r	2,34%
Periodo de Diseño n	20 Años

Transito durante el periodo de diseño Pavimento Rígido				
TPD	Carrera 51D	Calle 38A sur	Carrera 51D Bis	Calle 38 sur
TPD 2021	47	62	47	78
TPD 2022	48	64	48	80
TPD 2023	49	65	49	82
TPD 2024	50	67	50	84
TPD 2025	51	68	51	86
TPD 2026	53	70	53	88
TPD 2027	54	72	54	90
TPD 2028	55	73	55	92
TPD 2029	56	75	56	94
TPD 2030	58	77	58	96
TPD 2031	59	79	59	98
TPD 2032	60	80	60	101
TPD 2033	62	82	62	103
TPD 2034	63	84	63	105
TPD 2035	65	86	65	108
TPD 2036	66	88	66	110
TPD 2037	68	90	68	113
TPD 2038	69	92	69	116
TPD 2039	71	95	71	118
TPD 2040	73	97	73	121
S	1176	1568	1176	1960
Crecimiento del transito constante.	526	702	526	877

Fuente: Autores

7.2.6.3 DETERMINACIÓN NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (FLEXIBLE Y ARTICULADO)

Figura 12 Factores de Diseño

Tabla 2.5. Tránsito por adoptar para el diseño según el ancho de la calzada Factor Direccional (Fd)		
Ancho de la calzada	Tránsito de diseño	Fd
Menos de 5 m	Total en los dos sentidos	1.0
Igual o mayor de 5 m y menor de 6 m	3/4 del total en los dos sentidos	0.75
Igual o mayor de 6 m	1/2 del total en los dos sentidos	0.50

• Proporción de vehículos comerciales que utiliza el carril de diseño, DC (Factor Carril)

Número de Carriles	Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño	No DE CARRILES	% DE VEHÍCULOS COMERCIALES EN EL CARRIL DE DISEÑO
2	50	2	50
4	45	4	45
6+	40	6 o más	40

Fuente: Manual Diseño

Tabla 28 Ejes Equivalentes Flexible y Articulado

Determinación del número de ejes equivalentes (Pavimento Flexible y Articulado)				
$N = TPD * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * 365 * \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)} * F.D$				
Año inicial	2022			
r	2,34% Anual			
n	10 Años			
Factor Carril DC	1,00	Un solo Carril (equivalente al		
Factor Direccional DD (Ancho de vía 5m)	0,75	Tabla 2.5 INVIAS		
Factor Direccional DD (Ancho de vía 8m)	0,50	Tabla 2.5 INVIAS		
Factor Camion (C2)	2,29	Tabla 2.4 INVIAS 2012		
TPD 2022	Carrera 51D	Calle 38A sur	Carrera 51D Bis	Calle 38 sur
	48	64	48	80
A (% Camion)	0,13	0,22	0,17	0,09
B (DC*DD)	0,75	0,5	0,75	0,5
$N = 48 * \frac{0,13}{100} * \frac{0,75}{100} * 365 * \frac{(1 + 2,34)^{10} - 1}{Ln(1 + 2,34)} * 2,29$				
N 2022-2030	42225	66726	56300	34121

Fuente: Autores

7.2.6.4 DETERMINACIÓN NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (PAVIMENTO RÍGIDO)

Tabla 29 Ejes Equivalentes Pavimento Rígido

Determinacion del numero de ejes equivalentes (Pavimento Rígido)				
$N = TPD + \frac{A}{100} + \frac{B}{100} 365 + \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)} * F.C$				
Año inicial	2022			
r	2,34% Anual			
n	20 Años			
Factor Carril DC	1,00	Un solo Carril (equivalente al		
Factor Direccional DD (Ancho de via 5m)	0,75	Tabla 2.5 INVIAS		
Factor Direccional DD (Ancho de via 8m)	0,50	Tabla 2.5 INVIAS		
Factor Camion (C2)	2,29	Tabla 2.4 INVIAS 2012		
TPD 2022	Carrera 51D	Calle 38A sur	Carrera 51D Bis	Calle 38 sur
	48	64	48	80
A (% Camion)	0,13	0,22	0,17	0,09
B (DC*DD)	0,75	0,5	0,75	0,5
$N = 48 + \frac{0,13}{100} + \frac{0,75}{100} 365 + \frac{(1 + 2,34)^{20} - 1}{Ln(1 + 2,34)} * 2,29$				
N ₂₀₂₂₋₂₀₃₀	95439	150817	127252	77123

Fuente: Autores

Una vez calculado el número de ejes equivalentes para cada uno de los pavimentos y dado a que el flujo vehicular es reducido en la zona de estudios los resultados del mismo son mínimos, por tanto, se asumen para el diseño el número mayor para cada uno siendo estos muy pequeños con respecto al valor mínimo aceptable para pavimentos.

Pavimento flexible: N₂₀₂₂₋₂₀₃₀: 6673

Pavimento Articulado: N₂₀₂₂₋₂₀₃₀: 15082

7.3 EXPLORACIÓN DE CAMPO

El presente trabajo se realizó durante un periodo del año declarado con pandemia mundial por lo que factores tales como: movilidad, acceso libre a espacios públicos, economía, entre otros, que afectan directamente la bioseguridad, se determina no realizar exploraciones de campo propias del proyecto, por tanto, se procede a trabajar con un estudio de suelos previo realizado en la zona.

Dado a que no existe un diseño previo en los segmentos de vía objeto se toma el estudio de suelos de una vía aledaña localizada en Carrera 47 entre Calle 42 Sur y Calle 42B sur, partiendo del hecho que presenta características similares.

7.3.1 ESTUDIO DE SUELOS

7.3.1.1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Tabla 30 Características de la vía evaluada

Características de la vía Evaluada					
Via No.	Nombre de la vía	Inicio de la vía	Final de la vía	Localidad	Barrio
45	Cra. 47	Cll. 42 Sur	Cll. 42 B Sur	Puente Aranda	Muzu

Características de la vía Evaluada					
Tipo de vía	Longitud (m)	Area (m ²)	Numero de cuadras incluidas	Tipo de pavimento existente	Area de pavimento averiado (m ²)
V6	65	642	1	Flexible	(10%) 64.2

Fuente: Repositorio Institucional IDU

7.3.1.2 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Con el objeto de investigar el subsuelo en el área de las vías y extraer muestras para ensayos de laboratorio, tanto de las copas granulares existentes como de la subbase natural, fueron excavados manualmente apiques los cuales alcanzaron una profundidad máxima de 3,5m con respecto al nivel de la rasante actual.⁵

Tabla 31 Exploración del Subsuelo

Exploracion del subsuelo				
Via No.	localización	No de apiques	Profundidad (m)	Fecha de excavacion
45	Cra. 47 entre Cll. 42 Sur y Cll. 42 B Sur	Un (1) Apique	1,5	27 Agosto de 2002

Fuente: Repositorio Institucional IDU

Los registros de excavaciones de apiques se presentan en el (Anexo 1).⁵

De manera complementaria y con el objeto de establecer las consistencias de los estratos cohesivos se realiza con los apiques el ensayo de penetración con cono dinámico (DCP), los resultados de estos ensayos se encuentran en el (Anexo 2).⁵

De los apiques realizados fueron extraídos:

- Muestras del suelo de subrasante (inalteradas) en modelos para el ensayo de CBR.
- Muestras alteradas de base y subbase granular

Obteniendo como resultado:

⁵ Repositorio Institucional IDU, Recuperado el 30 de Marzo de 2021, de <https://webidu.idu.gov.co/jspui/handle/123456789/127204>

Tabla 32 Ensayos de Laboratorio Vía Objeto

Ensayos de laboratorio Vía 45	
Ensayo	Número de ensayos
Humedad natural	2
Limites de consistencia (Atterberg)	2
Distribuciones granulométricas	1
Lavadas sobre el tamiz No. 200	2
CBR muestra "inalterada" (humedad natural y saturado)	1

Fuente: Repositorio Institucional IDU

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

7.3.2.1 MARCO GEOLÓGICO

El área de influencia se localiza en una zona plana al sur oriente de la ciudad de Bogotá D.C. El subsuelo actual fue conformado en el periodo cuaternario, tiene un origen de tipo fluvio lacustre, conformado por limos y arcillas, fueron arrastrados por los torrentes de los cerros orientales que bordeaban la ciudad y posteriormente se asentó en las tranquilas aguas de la zona plana.⁵

7.3.2.2 MARCO SISMO TECTÓNICO

De acuerdo con la información obtenida por INGEOMINAS con base en el Estudio de la Microzonificación del Terremoto de Bogotá, según el Decreto No. 074 de enero de 2001, la vía en estudio se ubica en las terrazas y conos de la Zona 5, compuesta de arcilla seca y pre consolidado. Arcilla gruesa, limo o combinación, pero tiene una mayor capacidad de carga que los sedimentos de la zona lacustre.⁵

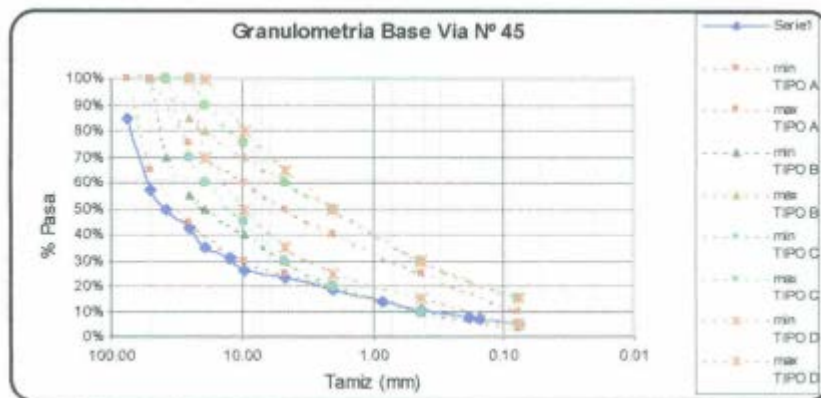
- **Zona de riesgo sísmico:** Intermedio
- **Tipo de perfil de suelo:** S-4
- **Aceleración máxima:** $A_m:0.20g$

7.3.2.3 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE PAVIMENTÓ ACTUAL Y SUBRASANTE

Según los datos obtenidos en la exploración de campo, la subrasante de la vía está confirmada por limos arcillosos de color café oscuro. Actualmente la estructura del pavimento está compuesta por 7cm de carpeta asfáltica. 18cm de base granular y 15 cm re relleno granular.⁵

Las capas granulares actuales no aseguran un adecuado comportamiento del pavimento rehabilitado durante su periodo de vida útil, por tanto, las capas deberán ser removidas.⁵

Figura 13 Granulometría de Base Granular Vía Objeto



Fuente: Repositorio IDU

Tabla 33 Descripción de la Subrasante

Descripción de la subrasante y la estructura del pavimento				
Capa No.	Profundidad (m)	Espesor (m)	Descripción de los suelos	Características geotécnicas
1	0.0-0.07	0,07	Carpeta asfáltica	Deteriorada (10%)
2	0.07-0.25	0,18	Base granular	W=5% pasa tamiz 200=5% WL=NL Clasificación USCS: GP No cumple especificación del IDU secc. 14
3	0.25-0.40	0,15	Relleno granular	Construido por desechos de construcción
4	0,4	-	Subrasante: Limo arcilloso algo arenoso café oscuro	$\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$ W=30% WL= 57% WP=28% IP=29 IC=0.93 CBR=8.5% (w natural) CBR=3.9% (saturado) PDC=5-6cm /golpe % de expansión=0.42% Clasificación USCS:ML

Fuente: Autor (Modificado del Repositorio Institucional IDU)

El valor de capacidad de soporte fue definido con base al resultado del ensayo de CBR con muestra inalterada, se calculó el valor CBR en condiciones de humedad natural. Para el CBR de diseño se considera el valor experimental en condiciones saturadas.

Tabla 34 Cotas de nivel de subrasante de pavimento

Cotas de nivel de subrasante de pavimento para las vías			
Vía No.	Estrato No.	Descripción	Profundidad (m)
45	4	Limo arcilloso algo arenoso café oscuro	0,4

Fuente: Autor (Modificado del Repositorio Institucional IDU)

Tabla 35 Evaluación Pavimento Existente

Evaluación de espesores de pavimento existentes	
Espesor de capa	Via No
Carpeta asfáltica (cm)	2
Base Granular (cm)	2
Subbase granular (cm)	1
Relleno (cm)	2
CBR	1
Cumple con valores admisibles	

Fuente: Autor (Modificado del Repositorio Institucional IDU)

7.3.2.4 CBR DE DISEÑO

Con los ensayos realizados en el laboratorio de muestras inalteradas para estimar la capacidad portante de la subrasante, se obtuvieron de manera experimental los valores de CBR, dando como resultado los datos relacionados en la siguiente tabla.

Tabla 36 CBR de Diseño

CBR de diseño via 45			
Via No	CBR de laboratorio (%)		CBR de diseño (%)
	W Natural	Saturado Sr=1	Saturado Sr=1
45	8,5	3,9	4,0

Fuente: Autor (Modificado del Repositorio Institucional IDU)

Dada la información anterior el presente Trabajo realizará sus respectivos diseños con un CBR de 4%


7.3.2.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según los resultados de la prueba CBR en condiciones de humedad natural, Hay un valor en el rango de 3-7, que indica una clasificación del suelo pobre a natural. Considerando este análisis, el CBR de diseño se determina en condiciones saturadas. Según lo recomendado por las regulaciones, déjelo en remojo durante cuatro (4) días.

7.3.2.6 RESUMEN DE LABORATORIOS

El siguiente es un resumen de los resultados obtenidos de cada ensayo realizado para el análisis de proyectos. Para determinar la resistencia, la humedad, las restricciones y otros parámetros geotécnicos se han incluido en este informe y se han tenido en cuenta para la evaluación correspondiente.

Tabla 37 Resumen de Laboratorios

	C.I.C Consultores de Ingenieria y Cimentaciones Ltda.	Fecha: Ene-12-01 Rev No: 0 FT 13										
<p>Proyecto: 375- Evaluación vías puente aranda</p> <p>Fecha: Septiembre 22 de 2002</p> <p>Localizacion: Via 45</p>												
Perf. No	Muestra No	Profundidad (m)	γ (l/m ³)	P (L/m ³)	W (%)	WL (%)	IP	IC	PASA T200	Clasific. A.A.S.H.T. O	Clasific USCS	Descripción
1 Via 45	1	0,07 0,25			5	NL	-	-	-	A-1-a	GP	Grava areno-Limosa Habana
1 Via 45	3	0,40 0,6			30	57	29	0,93	95	A-7-6	ML	Limo Arcilloso Café Oscuro

Fuente: Autor (Modificado del Repositorio Institucional IDU)

7.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS

7.4.1 DRENAJE

En las visitas técnicas realizadas durante la ejecución del presente proyecto se evaluó las condiciones de drenaje en el área de estudio, donde se logra identificar que existe filtración y apozamiento en los días de lluvia.

Por tal razón se establece que el sistema de drenaje actual no es satisfactorio para las vías, una de las principales razones es que no cuenta con bordillos para un efectivo drenaje.

7.4.2 CLIMA

Esta variable genera cambios de temperatura al interior del pavimento, si se presenta un cambio brusco de esta puede provocar deformaciones en el pavimento. Además, factores tales como la escorrentía e infiltraciones producen daños en las propiedades mecánicas de los materiales disminuyendo su resistencia.

El clima podría ser uno de los factores que más afectan la vida útil de los pavimentos siendo entonces el agua y la temperatura los parámetros más importantes en la evaluación del diseño de pavimentos.

7.4.3 TEMPERATURA

Se realiza la consulta en la plataforma digital del instituto distrital de gestión de riesgos y cambio climático, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, la ciudad de Bogotá cuenta con una temperatura promedio de 14 °C y lluvia promedio anual de 840 mm. La distribución anual de lluvias en la ciudad, presenta un comportamiento bimodal:

Figura 14 Temporada seca



Fuente: IDIGER

Figura 15 Temporada de lluvias



Fuente: IDIGER

7.5 DISEÑO GEOMÉTRICO

Teniendo en cuenta las necesidades básicas de operación de la infraestructura proyectada, se realiza el diseño geométrico con trazados de longitudes:

- **Carrera 51D:**

Figura 16 Station Information Carrera 51D

Station information		
Start:	End:	Length:
0+000.000m	0+053.322m	53.322m

Fuente: Autores AutoCAD civil 2022

- **Calle 38A sur:**

Figura 17 Station Information Calle 38A sur

Station information		
Start:	End:	Length:
0+000.000m	0+070.113m	70.113m

Fuente: Autores AutoCAD civil 2022

- **Carrera 51D Bis:**

Figura 18 Station Information Carrera 51D Bis

Station information		
Start:	End:	Length:
0+000.000m	0+052.897m	52.897m

Fuente: Autores AutoCAD civil 2022

- **Calle 38 Sur:**

Figura 19 Station Information Calle 38 Sur

Station information		
Start:	End:	Length:
0+000.000m	0+123.440m	123.440m

Fuente: Autores AutoCAD civil 2022

Las longitudes trazadas en el alineamiento para el software AutoCAD civil son mayores a las indicadas en la tabla 1 del presente documento por efectos de diseño.

Para obtener la topografía base del proyecto se implementó el software Google Earth junto con Global Mapper , el diseño se realiza con base en parámetros tales como: Tipo de terreno , jerarquía vial, velocidad de diseño, trafico, diseño de corredor (alineamientos, curvas verticales y horizontales); aunque el diseño de estas vías se realicen con factores vehiculares es necesario resaltar que durante el presente diseño se tiene en cuenta el tránsito peatonal dado a que los segmentos de vía objeto principalmente son transitadas por los miembros de la comunidad.

Debemos tener en cuenta que los segmentos viales objeto tiene tramos existentes por lo que algunas condiciones se deben mantener durante el planteamiento del diseño.

7.6 GEOMETRÍA SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

7.6.1 TRAZADO Y DISEÑO

Se realiza un trazado previo de los corredores por medio del Software Google Earth Pro, donde se resaltan los tramos que se van a evaluar. El diseño se soporta con base en: categoría de la vía y velocidad de diseño.

Figura 20 Trazado Corredor



Fuente: Google Earth Pro

7.6.2 CURVAS DE NIVEL

Una vez realizado el trazado se exporta esta imagen al Global Mapper, en donde se realiza la identificación de las curvas de nivel, se exportan las curvas de nivel para poder trabajarlas en el software civil 3D.

Figura 21 Curvas de Nivel Global Mapper



Fuente: Global Mapper

7.6.3 SUPERFICIE

Con las curvas de nivel se exportan a AutoCAD Civil 3D, se crea la superficie de trabajo obteniendo.

Figura 22 Superficie



Fuente: AutoCAD Civil 2022

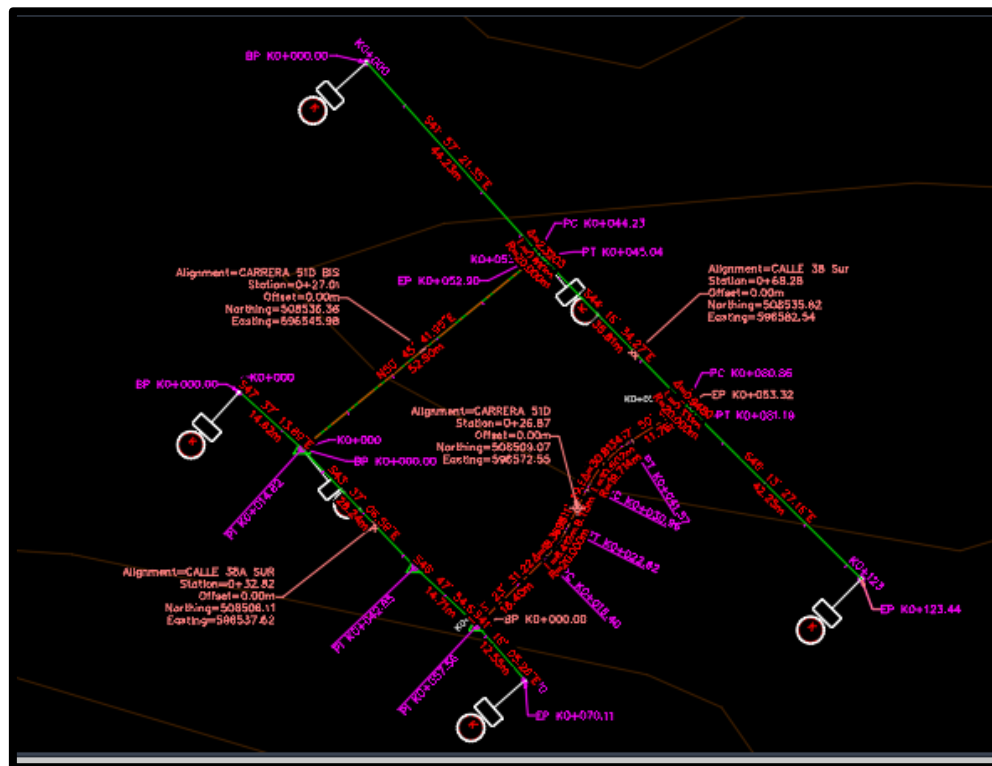
7.6.4 VELOCIDAD DE DISEÑO

De acuerdo con los parámetros establecidos en el manual del IDU, en el presente proyecto se tienen vías con jerarquía (vías locales), además, se tiene un tipo de terreno ondulado por tanto la velocidad de diseño que se utiliza en el diseño geométrico de los corredores en mención será de 20km/h.

7.6.5 ALINEAMIENTOS

A continuación, se presentan los respectivos datos obtenidos al realizar los alineamientos de los tramos de vía.

Figura 23 Alineamientos



Fuente: Autores AutoCAD Civil 2022

7.6.6 DEFINICIÓN SECCIÓN TÍPICA

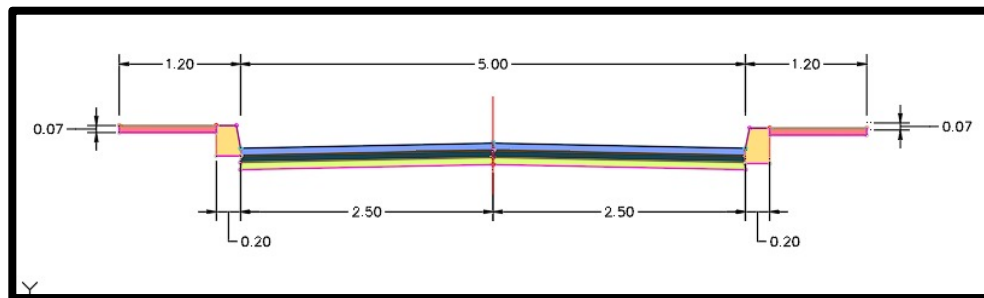
Las vías tendrán los siguientes parámetros:

Carrera 51D y Carrera 51D Bis: Calzada de 5 metros y un andén de 1.20 metros.

De acuerdo con el Decreto número 798 del 11 de marzo de 2010, Artículo 9 el cual establece que el ancho mínimo de andes debe ser de 1.20 metros, lo cual se adopta como 1.20 metros por temas constructivos y una profundidad de 0.07m.

Para los bordillos se establecen prefabricados de tipo A80 con un ancho de 0.20m, profundidad 0.30 m y largo de 80 cm, los bombeos de las vías son de -2% para permitir un drenaje.

Figura 24 Sección Típica Carrera 51D y Carrera 51D Bis



Fuente: Autores AutoCAD Civil 2022

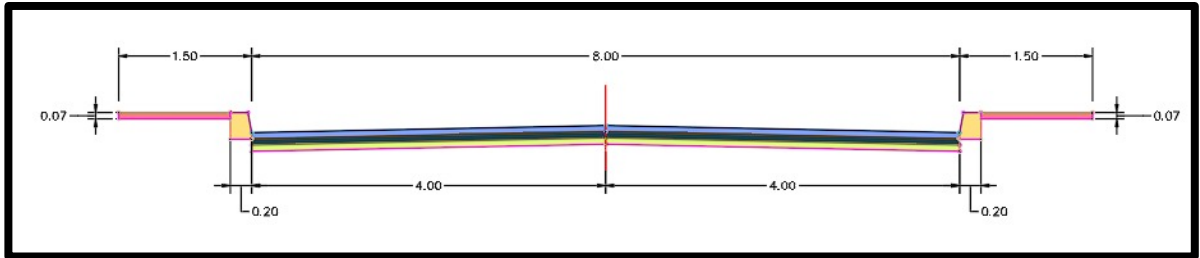
Calle 38A sur y Calle 38 Sur:

Calzada de 8 metros y un andén de 1.50 metros.

De acuerdo con el Decreto número 798 del 11 de marzo de 2010, Artículo 9 el cual establece que el ancho mínimo de andes debe ser de 1.50 metros, lo cual se adopta como 1.50 metros por temas constructivos y una profundidad de 0.07m.

Para los bordillos se establecen prefabricados de tipo A80 con un ancho de 0.20m, profundidad 0.30 m y largo de 80 cm, los bombeos de las vías son de -2% para permitir un drenaje.

Figura 25 Sección Típica Calle 38 sur y Calle 38A Sur



Fuente: Autores AutoCAD Civil 2022

7.6.7 CORREDOR

Este se crea con el fin de hallar los volúmenes, para realizar el corredor de las vías se debe tener en cuenta el alineamiento y la rasante, para generar el ensamble se tiene en cuenta la sección típica adoptada anteriormente.

Figura 26 Creación del corredor

Create Corridor

Name:
CORREDOR CALLE 38A

Description:

Corridor style:
Basic

Corridor layer:
C-ROAD-CORR

Baseline type:
☒ Alignment and profile
☐ Feature line

Alignment:
CALLE 38A SUR

Profile:
Rasante Calle 38A

Assembly:
<none>

The <None> selection creates an empty corridor. Regions, assemblies, and targets can be added later.

Target Surface:
<none>

☐ Set baseline and region parameters

OK Cancel Help

Fuente: Autores AutoCAD Civil 2022

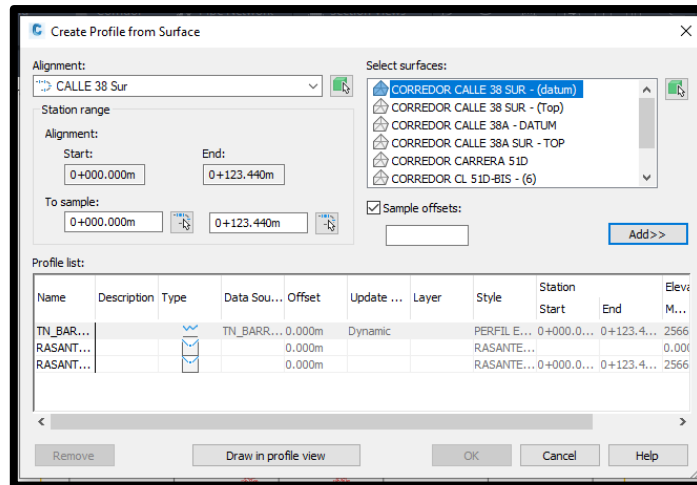
7.6.8 DISEÑO HORIZONTAL

99

7.6.9 PERFIL

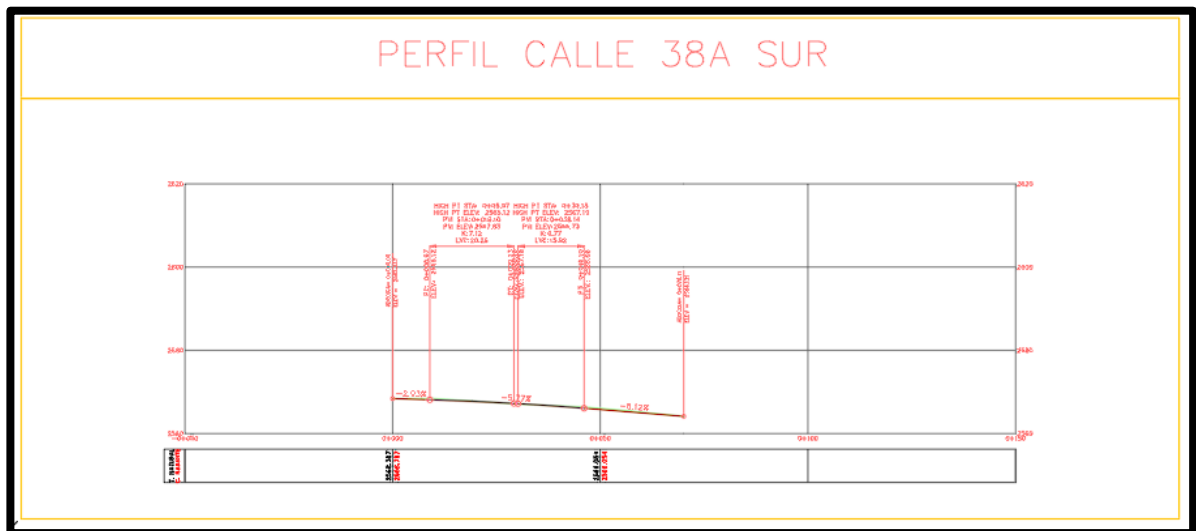
Se crea el perfil de cada segmento de vía con respecto a su previo alineamiento, una vez realizado el perfil se crea la rasante, en el anexo 5 se encuentran los perfiles de cada una de las vías de trabajo.

Figura 29 Creación perfil



Fuente: Autores AutoCAD Civil 2022

Figura 30 Perfil Calle 38A sur

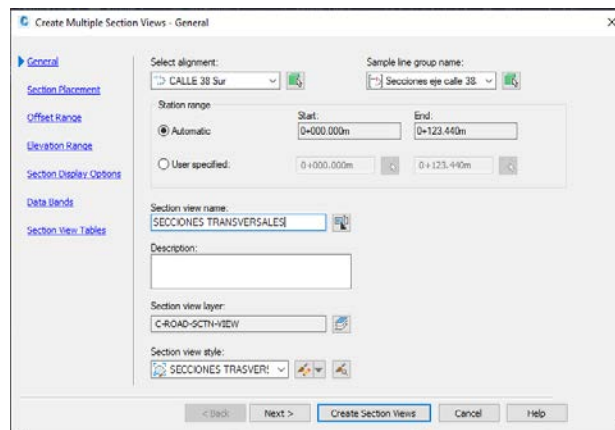


Fuente: Autores AutoCAD Civil 2022

7.6.10 SECCIONES TRANSVERSALES

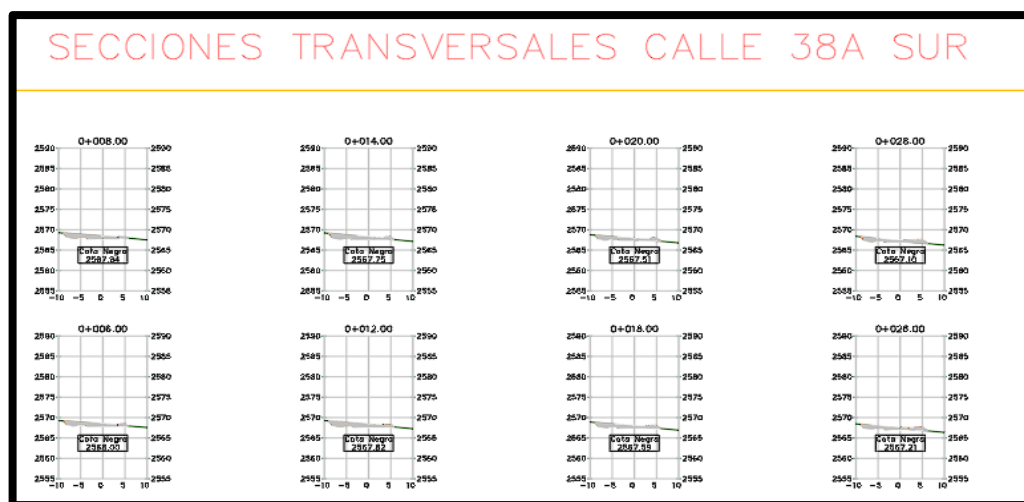
Definida la rasante y la sección típica se obtiene el volumen de los cortes y llenos, la cual influye en la construcción de una vía debido a sus costos, para este proyecto las secciones transversales se realizaron cada 6 metros. en el anexo 5 se encuentran las secciones de cada una de las vías de trabajo.

Figura 31 Crear Secciones Transversales



Fuente: Autores AutoCAD Civil 2022

Figura 32 Secciones Transversales



Fuente: Autores AutoCAD Civil 2022

7.7 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Para el análisis estructural del pavimento se utiliza el método establecido por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales de Transporte (AASHTO), La guía para realizar la definición del presente trabajo fue AASHTO 93, con la que se establecen diferentes parámetros de diseño.

7.7.1 MÉTODO AASHTO 1993 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

El número estructural SN define la capacidad estructural del pavimento, el cálculo del SN se efectúa por medio de la ecuación del comportamiento.

Figura 33 Ecuación del comportamiento SN (Flexible)

$$\log W_{18} = Z_R - S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Fuente: Autor

Dónde:

Dónde: W_{18} = Número de ejes equivalentes

Z_R = Desviación normal estándar

S_o = Error estándar combinado

ΔPSI = Diferencia entre el índice de Serviciabilidad inicial y final

M_R = Módulo Resiliente de la subrasante (PSI)

SN = Número estructural requerido

7.7.2 MÉTODO AASHTO 1993 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

El número estructural SN define la capacidad estructural del pavimento, el cálculo del SN se efectúa por medio de la ecuación del comportamiento.

Figura 34 Ecuación del comportamiento SN (Rígido)

$$\log W_{18} = Z_R \times S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log \left[\frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/Kd)^{0.25}} \right)} \right]$$

Fuente: Autor

Dónde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes

Z_R = Desviación normal estándar

S_o = Error estándar combinado

D = Espesor de la losa (in)

ΔPSI = Diferencia entre el índice de Serviciabilidad inicial y final

S'_c = Módulo de Rotura (PSI)

J = Coeficiente de transferencia de carga

C_d = Coeficiente de drenaje

E_c = Módulo de elasticidad (PSI)

K = Módulo de reacción de la subrasante

7.7.3 NIVEL DE CONFIABILIDAD

Se define como una probabilidad de que la estructura presente un comportamiento real o mejor del pronóstico esperado durante el período de diseño. El nivel de confiabilidad tiene en cuenta el grado de incertidumbre que presenta durante la estimación de las variables de diseño.

Se presenta la clasificación funcional del diseño según las características de la vía.

Figura 35 Confiabilidad del Diseño Según Características de la vía

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.9	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

De acuerdo con la información anterior en la guía de diseño AASHTO-93, se toma un valor de nivel de confiabilidad del 80% tanto para el diseño de pavimento flexible como rígido, teniendo en cuenta que las vías objeto se clasifican en el tipo de carretera local.

7.7.4 DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL S_o

La desviación estándar tiene en cuenta la desviación del diseño, la variación de propiedades de materiales y de subrasante, variación de la estimación del tránsito y de las condiciones ambientales.

Para pavimentos flexibles el rango de la desviación estándar se encuentra así:

$$0.40 < S_o < 0.50$$

Figura 36 Desviación estándar Global S_o

Proyecto de pavimento	S_o	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

Respecto a la tabla anterior y teniendo en cuenta que se que realizara un diseño de sobrecapas se asume:

- **Pavimento flexible:** Un rango de desviación estándar global de 0.50.
- **Pavimento rígido:** Un rasgo de desviación estándar global de 0.40.

7.7.5 SERVICIABILIDAD

Se define como la capacidad de servicio de la superficie de la carretera para hacer frente a la carga impuesta por el tráfico y las condiciones necesarias de la superficie de la carretera para proporcionar a los usuarios operaciones seguras y cómodas en determinadas condiciones.

- El estado de Serviciabilidad se evalúa cuantitativamente con un número entre 0 y 5.

- Por lo general se parte de un valor inicial de 4.0 a 4.2 (estado bueno de la vía) y se tiene un valor entre 1.5 y 2.5 para la falla funcional del pavimento.
- La dimensión del pavimento aumenta cuando el diseñador asume un ΔPSI pequeño.

$$\Delta PSI = P_0 - P_f$$

Donde:

ΔPSI : Índice de servicio

P_0 : Serviabilidad inicial

P_f : Serviabilidad final

Figura 37 Serviabilidad Pavimento Flexible

Tipo de vía	Serviabilidad final
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano industrial	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

Figura 38 Serviabilidad Pavimento Rígido

Tipo de vía	Serviabilidad final
Autopista	3.00
Colectores	2.50
Calles comerciales e industriales	2.25
Calles residenciales y parqueaderos	2.00

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

De acuerdo con la información de la Guía de Diseño AASHTO 93, se recomienda utilizar los siguientes índices:

Figura 39 Serviciabilidad Pavimento Rígido y Flexible

INDICE DE SERVICIALIDAD- FLEXIBLE		
Po	Pf	Δ PSI
4.2	2.0	2.2
INDICE DE SERVICIALIDAD-RIGIDO		
Po	Pf	Δ PSI
4.2	2.00	2.2

Fuente: Autores

7.7.6 MÓDULO RESILIENTE

Para la determinación del módulo Resiliente de diseño, para el pavimento flexible en la “Guía de diseño AASHTO 93” se ha considerado respecto al estudio de suelos encontrado en el repositorio institucional del IDU de la zona a trabajar.

- La subrasante se caracteriza, a partir del módulo Resiliente.
- El número de ensayos para cada tipo de suelo deber ser entre 6 y 8.

Correlación establecida por Heukelom y Klomp: aplicable a suelos finos con CBR saturado menor a 10%.

$$M_R(psi) = 1500 \times CBR$$

Expresión general en la “Guía AASHTO 2002”:

$$M_R(psi) = 2555 \times CBR^{0.65}$$

Tabla 38 Modulo Resiliente

MODULO RESILIENTE		
CBR Diseño		4
1500*CBR	6000 psi	41 Mpa
2555*CBR ^{0.65}	6291 psi	43 Mpa

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta el CBR de diseño (4%) obtenido a partir del estudio de suelos encontrado en el repositorio institucional del IDU de la zona a trabajar, Por lo tanto, se obtiene un valor de módulo Resiliente de 6000 PSI (41 Mpa) para la ecuación antigua y un módulo Resiliente de 6291 PSI (43 Mpa) para la ecuación actual.

Para el diseño se tomará el módulo resiliente que corresponde a 6291 PSI (43 Mpa).

7.7.7 MÓDULO DE REACCIÓN K DE LA SUBRASANTE

El módulo de reacción de la subrasante va definido como el parámetro de reemplazar o suministrar una masa de suelo por resortes elásticos equivalentes, por medio de la constante K.

- Se caracteriza con el módulo de reacción K de la subrasante.
- Cuantifica de manera indirecta la rigidez bajo carga monotónica de la subrasante.
- Se aplica una fuerza por medio de una placa rígida de 30cm de diámetro y se mide el desplazamiento de la placa sobre el suelo.
- K se define como la relación esfuerzo-deformación resulte de aplicar una carga unitaria para producir un desplazamiento de 5mm.

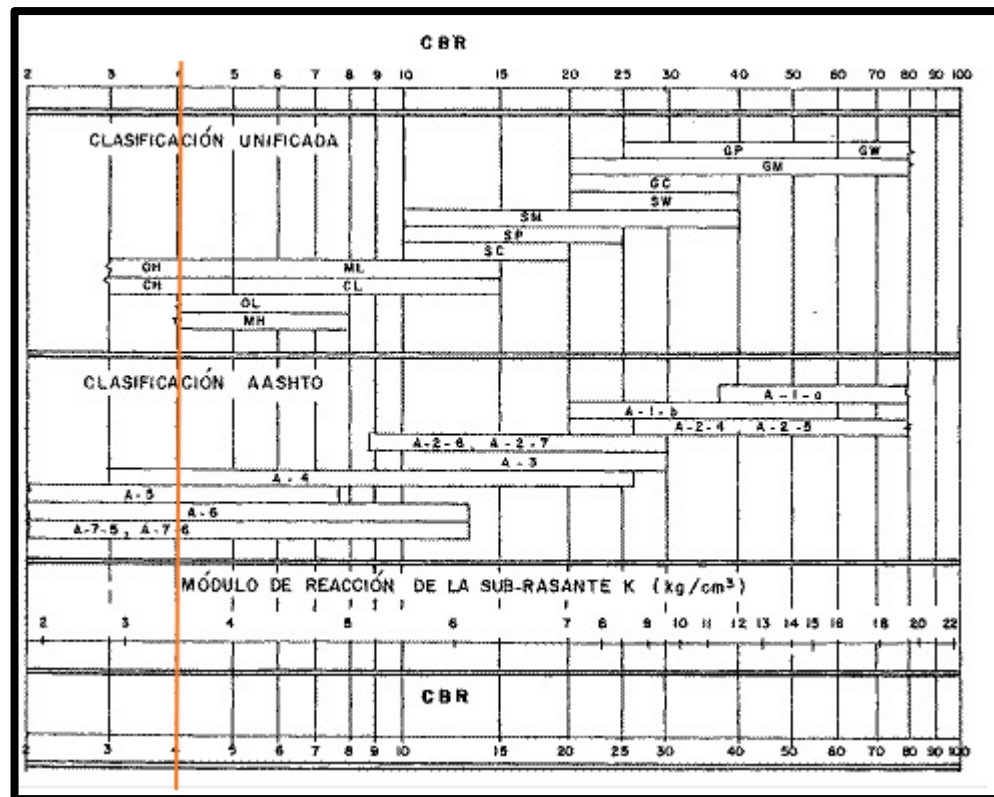
Para este caso, se tuvo en cuenta la siguiente tabla suministrada por la Guía de AASHTO 93 para determinar los valores de K para subbase combinada.

Figura 40 Ecuación K de la subrasante

$$K = 2.55 + 52.5 \cdot \log(CBR), CBR \leq 10\%$$

Fuente: Autor

Figura 41 Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y CBR



Fuente: Guía de Diseño AASHTO 93

Figura 42 Módulo de reacción K

MODULO DE REACCION K		
CBR Diseño		4
	K	34

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la anterior información y un CBR de 4%, por medio de la tabla y la gráfica se establece un valor de K de 34 Mpa/m, con el cual se realiza una interpolación con base en un espesor de subbase de 100mm, a continuación, se muestra el procedimiento realizado:

Figura 43 Definición K subrasante

K Subrasante		Capa granular no tratada							
		10 cm		15 cm		22.5 cm		30 cm	
Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Fuente: Guía de Diseño AASHTO 93

En la tabla se pueden ver los valores de k, para losas apoyadas sobre base granular no tratada, para el valor de k que se obtuvo con la gráfica, hay que hacer una interpolación.

Figura 44 Interpolación Valor K

K Subrasante		CAPA GRANULAR NO TRATADA	
		10cm	
Mpa/m	pci	Mpa/m	pci
20	73	23	85
34	125	38	139
40	147	45	165

Fuente: Autor

Con base en los anteriores cálculos el valor del coeficiente de reacción de k para el pavimento rígido obtenido es **38Mpa/m**.

7.7.8 COEFICIENTE DE DRENAJE

Para la evaluación del coeficiente de drenaje se siguen las recomendaciones de la Guía de diseño AASHTO 93 para el pavimento flexible y rígido.

- La calidad del drenaje se evalúa mediante los coeficientes de drenaje (mi) para las capas de subbase granular.
- Los valores se seleccionan con base en las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en el que la estructura del pavimento está expuesta a altos niveles de humedad.
- En estructuras semirrígidas (bases estabilizadas) el coeficiente de drenaje se asume como 1.0 por ser impermeable.

Figura 45 Coeficiente de Drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

Figura 46 Coeficiente de Drenaje

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

Los coeficientes de drenaje seleccionados para las capas granulares se estiman a partir de la calidad del drenaje y el tiempo en que la estructura estará expuesta a niveles de humedad altos y que la puedan saturar, en este caso se determina como pobre.

Para el objeto de este estudio se utiliza un coeficiente de **0.85** que esta entre el grado de saturación de 1-5% para las capas granulares, debido a las precipitaciones presentadas anteriormente en el análisis de clima, de la zona y las características especificadas de la ciudad de Bogotá.

7.7.9 CÁLCULO DE LAS CAPAS

Los coeficientes de capa representan la resistencia relativa de los materiales de construcción.

Figura 47 Coeficiente Capas Asfálticas

MATERIAL	SURFACE CONDITION	COEFFICIENT
AC Surface	Little or no alligator cracking and/or only low-severity transverse cracking	0.35 to 0.40
	< 10 percent low-severity alligator cracking and/or < 5 percent medium- and high-severity transverse cracking	0.25 to 0.35
	> 10 percent low-severity alligator cracking and/or < 10 percent medium-severity alligator cracking and/or > 5-10 percent medium- and high-severity transverse cracking	0.20 to 0.30
	> 10 percent medium-severity alligator cracking and/or < 10 percent high-severity alligator cracking and/or > 10 percent medium- and high-severity transverse cracking	0.14 to 0.20
	> 10 percent high-severity alligator cracking and/or > 10 percent high-severity transverse cracking	0.08 to 0.15
	Little or no alligator cracking and/or only low-severity transverse cracking	0.20 to 0.35
	< 10 percent low-severity alligator cracking and/or < 5 percent medium- and high-severity transverse cracking	0.15 to 0.25
	> 10 percent low-severity alligator cracking and/or < 10 percent medium-severity alligator cracking and/or > 5-10 percent medium- and high-severity transverse cracking	0.15 to 0.20
	> 10 percent medium-severity alligator cracking and/or < 10 percent high-severity alligator cracking and/or > 10 percent medium- and high-severity transverse cracking	0.10 to 0.20
Stabilized Base	> 10 percent high-severity alligator cracking and/or > 10 percent high-severity transverse cracking	0.08 to 0.15
	No evidence of pumping, degradation, or contamination by fines	0.10 to 0.14
	Some evidence of pumping, degradation, or contamination by fines	0.00 to 0.10

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

Para el objeto de este estudio en que no se presenta carpeta asfáltica, se le da un aporte a la capa granular de 0.90 basándose en el rango establecido entre 0.00 – 0.10 para granulares por evidencia de degradación o contaminación por finos.

7.7.10 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL Zr

Fractal de la distribución normal representa x que valor debo de multiplicar la distribución estándar en una distribución normal para obtener cierto grado de confiabilidad entre los valores más probables que pueda tener una variable.

De acuerdo con las recomendaciones impuestas por la Guía de diseño AASHTO 93, la cual establece que para una confiabilidad se establece la desviación estándar normal Zr, de acuerdo con la siguiente tabla.

Figura 48 Desviación Estándar Normal Zr

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Zr	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

Teniendo en cuenta la anterior tabla, para una confiabilidad R del 80% se tiene una Desviación estándar normal **Zr= - 0.841**

7.7.11 COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA J

El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a falla.

Figura 49 Coeficiente de Transferencia de Carga

Condición	J
Junta con pasadores – Losa confinada	2.7
Junta con pasadores – Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores – Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores – Losa no confinada	4.4

Fuente: Guía de Diseño AASHTO.93

Se considera un coeficiente de transferencia de carga J, con el fin de evaluar la capacidad del pavimento para transferir las cargas a través de las juntas y fisuras, para este caso se eligió el valor de 4.2 para la condición de juntas sin pasadores para losa confinada.

7.7.12 MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO Sc Y MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de rotura del concreto se relaciona como la resistencia a la flexión, siendo una medida para la resistencia a la tracción.

En este caso, al no realizarse el ensayo de resistencia a flexión se tiene en cuenta el libro de concreto simple del ingeniero Gerardo A. Rivera L. en su numeral 6.6 establece correlaciones entre la resistencia a la flexión y resistencias a la compresión y tensión en el cual concluye que el módulo de rotura presenta valores que varían entre un 10% y un 20% de la resistencia a la compresión. Una relación aproximada que puede utilizarse cuando no se disponga de ensayos de flexión, por esta razón se optó por un Módulo de Rotura de 41 kg/cm² tomando el 10% de la resistencia a la compresión la cual es 410.13 Kg/cm², como se muestra a continuación.

Tabla 39 Modulo de Rotura Sc

Módulo de Rotura				
PSI	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	PSI
5832	410,13	41	4,02	585,56

Fuente: Autores

Lo descrito anteriormente se basa en la metodología de la Guía AASHTO, la cual recomienda que el módulo de elasticidad del concreto puede aproximarse al módulo de rotura, teniendo en cuenta la siguiente ecuación y tabla.

$$E_c = 6750 \times S_c \text{ (PSI)}$$

Figura 50 Módulo de Rotura-Módulo de Elasticidad

Módulo de Elasticidad PSI	
$E_c = 6750 \cdot S_c(\text{PSI})$	
$E_c = 6750 \cdot 585,56$ $E_c = 3952530$	
Módulo de Rotura (PSI)	Módulo de Elasticidad (PSI)
582	3952530

Fuente: Autores

7.7.13 RESUMEN DATOS OBTENIDOS

En las siguientes tablas se muestran los parámetros de diseño empleados en el desarrollo de la metodología AASHTO 1993 para pavimento Flexible y Rígido.

Tabla 40 Resumen Parámetros de Diseño Pavimento Flexible

PARÁMETROS DE DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE									
CONFIABILIDAD			SERVICIABILIDAD			COEFICIENTE DE DRENAJE	MÓDULO RESILIENTE		TRÁNSITO 10 AÑOS
S_o	R	Z_r	P_o	P_f	ΔPSI	C_d	Mpa	PSI	N 8.2 ton
0,5	80%	- 0.841	4.2	2	2.2	0.85	43	6291	6673

Fuente: Autores

Tabla 41 Resumen Parámetros de Diseño Pavimento Rígido

PARÁMETROS DE DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO											
CONFIABILIDAD			SERVICIABILIDAD			COEFICIENTE DE DRENAJE	COEFICIENTE DE CARGA	MÓDULOS			TRÁNSITO O 20 AÑOS
S_o	R	Z_r	P_o	P_f	ΔPSI	C_d	J	$E_c (\text{PSI})$	MR(PSI)	K	N 8.2 ton
0.5	80%	- 0.841	4.2	2	2.2	0.85	4.2	3952530	582	34	15082

Fuente: Autores

7.8 DISEÑO MÉTODO AASHTO PAVIMENTO FLEXIBLE

7.8.1 NÚMERO ESTRUCTURAL EXISTENTE Y REQUERIDO

Se establece el Número estructural existente y el Número Estructural Requerido, para el SN existente se tendrán en cuenta factores para la capa Base Granular como se muestra a continuación

Tabla 42 Coeficientes Número Estructural Existente

FACTOR	COEFICIENTE	CARACTERISTICAS
a2	0.614	Coeficiente de Capa
m2	0.85	Coeficiente de Drenaje
d2	0.14	Espesor Granular

Fuente: Autores

El Número Estructural existente o actual se obtiene de la siguiente manera

$$SN = 0.614 \times 0.85 \times (14 \text{ cm } / 2.54 \text{ in})$$

Tabla 43 Número Estructural Existente

SN (EXISTENTE)	2.87
---------------------------	------

Fuente: Autores

El Número Estructural Requerido se determina por medio de la ecuación básica y el programa AASHTO, esto para verificar los resultados detalladamente.

La fórmula básica se representa así:

Figura 51 Resultado Ecuación Número Estructural SN

MÉTODO AASHTO 1993 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	
$\log W_{18} = Z_R - S_o + 9,36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$	
DATOS DE ENTRADA	
Número Ejes Equivalentes (W_{18})	66726
Desviación Normal Estandar (Z_R)	- 0,841
Desviación Estandar Global (S_o)	0,50
Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final (ΔPSI)	2,2
Módulo de Resiliencia de la subrasane (PSI)	6291
$\log(66726) = -0.841 - 0,50 + 9,36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{2,2}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log(6291) - 8.07$	
Número Estructural Requerido (SN)	1,50

Fuente: Autores

Verificación por medio de programa AASHTO 93

Figura 52 Ecuación AASHTO 93 Pavimento Flexible

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: ☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So): 80 % $Z_r = -0.841$ So = 0.5

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4.2 PSI final = 2.0

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 6291 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (J): 4.2

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd): 0.85

Tipo de Análisis: ☒ Calcular SN ☐ Calcular W_{18}

W18 = 6673

Número Estructural: SN = 1.50

Calcular Salir

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta los datos suministrados anteriormente, se logra analizar que el Número Estructural existente es mayor al Número Estructural requerido, esta relación se presenta debido a que el número de ejes equivalentes es el mínimo requerido para pavimentos, por tanto, se toman como base los espesores mínimos admisibles de capa asfáltica y la base granular que se recomienda en la guía AASHTO 93, estos espesores deberán ser capaces de soportar que el tránsito imponga.

A continuación, se presenta los espesores mínimos admisibles para las capas recomendados por la Guía AASHTO 93.

Figura 53 Espesores mínimos admisibles

$W_{18} (10^6)$	Espesores mínimos en pulgadas	
	Capa asfáltica	Base granular
<0.05	-	4.0
0.05 – 0.15	2.0	4.0
0.15 – 0.50	2.5	4.0
0.50 – 2.00	3.0	6.0
2.00 – 7.00	3.5	6.0
>7.00	4.0	6.0

Fuente: Guía de Diseño AASHTO 93

Analizada la información anterior se plantea que la capacidad estructural de pavimento actualmente presenta un número estructural de 2,87 con un espesor de base granular de 12cm

Para efectos de diseño se adoptan los espesores de acuerdo con la tabla anterior, donde dichos factores dependen del valor obtenido de W_{18} siendo entonces:

Carpeta asfáltica: 3.5 pulg ± 9 cm

Base Granular: 6.0 pulg ± 15 cm

Figura 54 Ecuación AASHTO 93 Pavimento Flexible

Fuente: Autores

Además, con el Número Estructural de 2.87 indica que el pavimento es capaz de resistir 362075 Ejes evidenciados en la Figura 54.

7.9 DISEÑO MÉTODO AASHTO PAVIMENTO RÍGIDO

Con base en los coeficientes ya establecidos y los cálculos realizados, se calcula el espesor de la losa teniendo en cuenta la metodología establecida por la Guía AASHTO 93:

Figura 55 Resultado Ecuación Número Estructural SN

MÉTODO AASHTO 1993 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	
$\log W_{18} = Z_R - S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32xPf) \log \left(\frac{S'c * Cd * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J(D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/kd)^{0.25}})} \right)$	
DATOS DE ENTRADA	
Número Ejes Equivalentes (W_{18})	150817
Desviación Normal Estandar (Z_R)	-0.841
Desviación Estandar Global (S_o)	0.50
Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final (ΔPSI)	2,2
Índice de serviciabilidad inicial	2,0
Módulo de rotura Sc	582
Coefficiente de Drenaje (Cd)	0.85
Coefficiente de Carga (J)	4,2
Módulo de reacción de la subrasante (K)	34,0
Módulo Elastico (Ec)	3952530
$\log(150817) = -0.841 - 0.50 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \frac{2,2}{4.2 - 1.5}}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32x2,0) \log \left(\frac{582 * 0,85 * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * 4,2(D^{0.75} - \frac{18.42}{(3952530/34)^{0.25}})} \right)$	
Espesor de la Losa (D) plg	5,10

Fuente: Autores

Verificación por medio de programa AASHTO 93

Figura 56 Ecuación AASHTO 93 Espesor de la losa

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It includes sections for 'Tipo de Pavimento' (Pavimento rígido selected), 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' (80% Zr=-0.841, So=0.5), 'Serviciabilidad inicial y final' (PSI inicial=4.2, PSI final=2.0), 'Módulo de reacción de la subrasante' (k=34 pci), 'Información adicional para pavimentos rígidos' (Ec=3952530, Sc=582, J=4.2, Cd=0.85), 'Tipo de Análisis' (Calcular D selected), and 'Espesor de losa (plg)' (D=5.1). A 'Calcular' button is at the bottom.

Fuente: Autores

A continuación, se da a conocer los espesores determinados para el diseño del Pavimento rígido.

Tabla 44 Espesores de pavimento Rígido

METODO AASHTO 93	
Espesor Pavimento Rígido	
Concreto Módulo Rotura Kg/cm2	130 mm
Subbase Granular	100mm

Fuente: Autores

7.9.1 CÁLCULO DE LAS LOSAS

Partiendo de un ancho de calzada de 5 y 8 metros, la relación largo ancho de las losas

Deberá estar dentro de la relación.

$$\frac{L}{A} \leq \frac{L}{A} \leq \frac{L}{A}$$

Donde:

L: Longitud de la losa

A: Ancho de la losa

Tabla 45 Calculo de las losas

Calculo de las Losas			
Longitud Losa(m)	Ancho Losa(m)	L/A	Chequeo $1 \leq L/a \leq 1.4$
4,0	5,00	1,25	<u>OK</u>
6,0	8,00	1,33	<u>OK</u>
4,0	5,00	1,25	<u>OK</u>
6,0	8,00	1,33	<u>OK</u>

Fuente: Autores

Y cumplir la relación de espesor vs longitud

$$\frac{L}{E} \leq \frac{L}{E}$$

Donde:

L: Longitud de la losa

E: Espesor de la losa

Por lo cual se adoptan las siguientes medidas para losas, cumpliendo con lo establecido anteriormente y teniendo en cuenta el ancho de las calzadas.

Tabla 46 Dimensiones de las Losas

Dimensiones de las losas (Carrera 51D y Carrera	
L(m)	4,00
B máx (m)	2,50

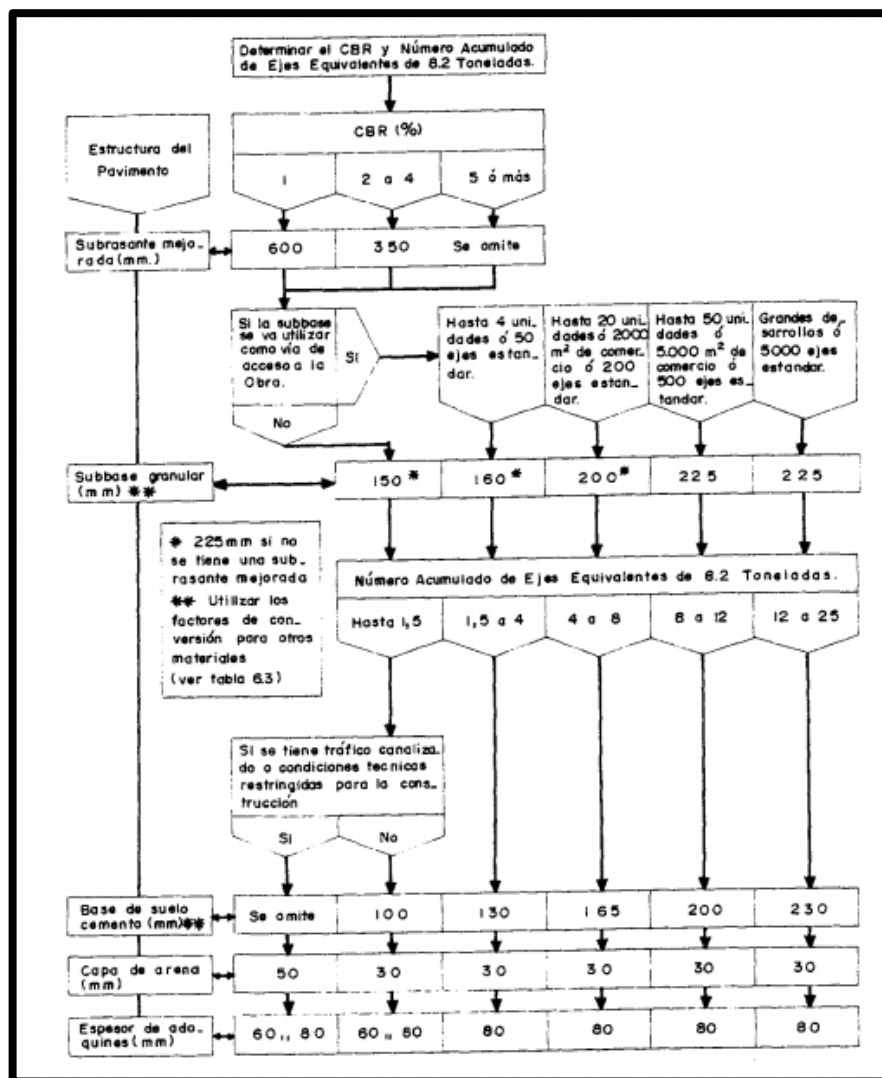
Dimensiones de las losas (Calle 38 sur y Calle 38A	
L(m)	6,00
B máx (m)	4,00

Fuente: Autores

7.10 PROCEDIMIENTO DISEÑO EMPÍRICO PAVIMENTO ARTICULADO

Con base en el siguiente diagrama se realiza el trazado de la ruta para obtener los valores de salida para el diseño de pavimento articulado.

Figura 57 Procedimiento Diseño Empírico Pavimento Articulado



Fuente: Ingeniería de pavimentos Alfonso Montejó

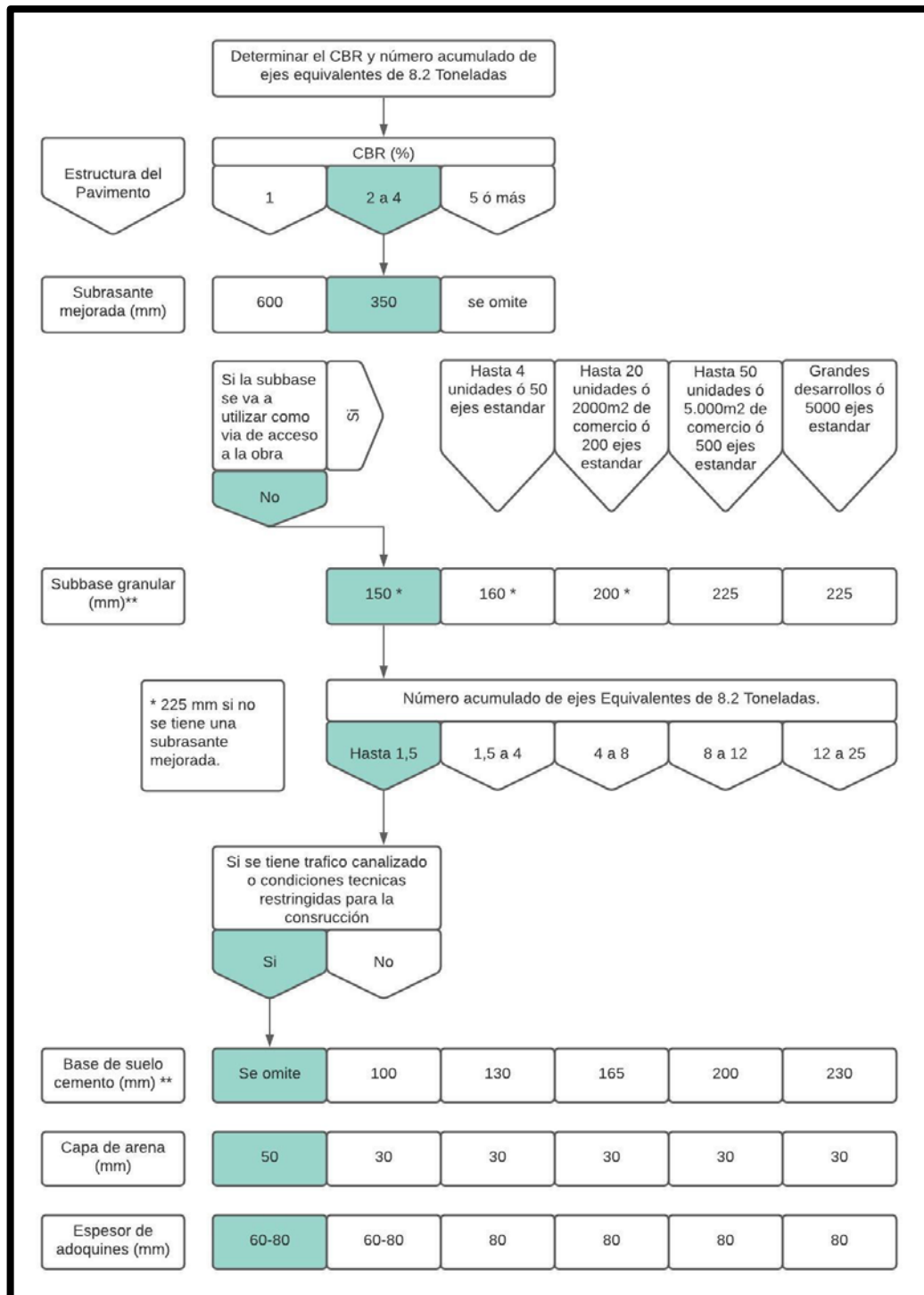
El cálculo de los parámetros de entrada para el diagrama (Figura 57), se encuentran debidamente relacionados de la siguiente manera:

- CBR: 4%

- Ejes equivalentes: 6673

Siendo entonces la ruta de diseño para el pavimento articulado del presente proyecto.

Figura 58 Ruta Diseño Pavimento Articulado



Fuente: Autor Modificado Ingeniería de Pavimentos Alfonso Montejó

7.11 ALTERNATIVA DISEÑO DE PAVIMENTO

Se presenta el resumen del diseño del pavimento rígido, flexible y articulado.

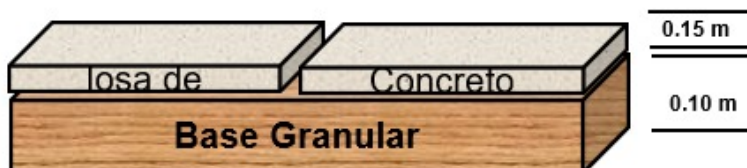
7.11.1 PAVIMENTO RÍGIDO

Tabla 47 Parámetros de Diseño Pavimento Rígido

METODO AASHTO 93		
Espesores Pavimento Rígido		
Concreto Hidraulico MR	Resultado por Calculo	Se asume
	0.13m	0.15m
Subbase Granular	0.10m	0.10m
<u>Se asume un espesor de losa de 0.15m para tener un espesor constructivo y que ademas soporte cargas adicionales por</u>		

Fuente: Autores

Figura 59 Estructura Pavimento Rígido



Fuente: Autores

7.11.2 PAVIMENTO FLEXIBLE

Tabla 48 Parámetros de Diseño Pavimento Flexible

METODO AASHTO 93	
Espesores Pavimento Flexible	
Carpeta Asfaltica	0.09m
Base Granular	0.15m

Fuente: Autores

Figura 60 Estructura Pavimento Flexible



Fuente: Autores

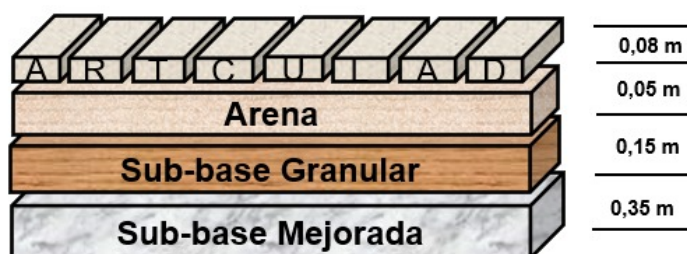
7.11.3 PAVIMENTO ARTICULADO

Tabla 49 Parámetros de Diseño Pavimento Articulado

METÓDO EMPIRICO	
Espesores Pavimento Articulado	
Subbase mejorada	0,35m
Subbase Granular	0,15m
Capa de Arena	0,05m
Espesor de adoquines	0,08m

Fuente: Autores

Figura 61 Estructura Pavimento Articulado



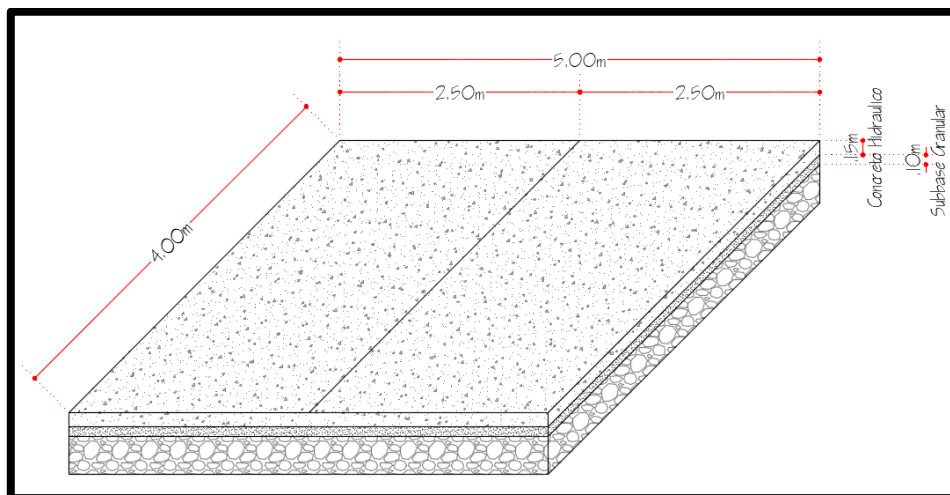
Fuente: Autores

7.12 SELECCIÓN ALTERNATIVA ESTRUCTURA

Una vez diseñadas y analizadas las estructuras de pavimento se recomienda para efectos del presente proyecto la construcción del pavimento rígido, teniendo en cuenta que las vías objeto se encuentran en continuo contacto con el agua en consecuencia el concreto actúa de manera eficiente y eficaz ante la presencia y ataque del agua, presentando características de drenaje superficial mejores.

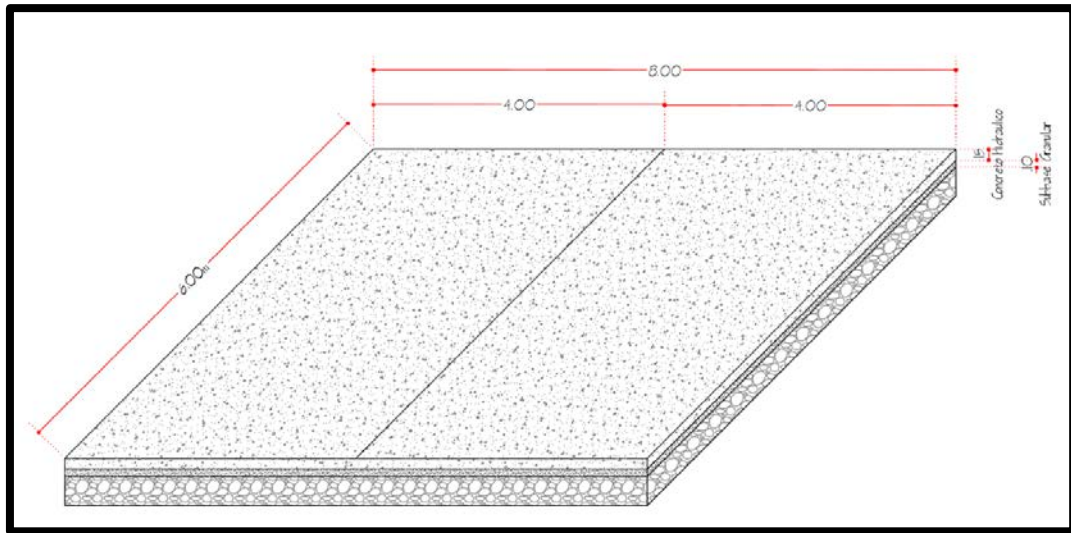
El pavimento rígido es prácticamente impermeable, donde el agua escurre más fácil, además, en cuanto al mantenimiento es mayor el tiempo para hacerlo, por tanto, se evitaría el problema de congestión del tránsito por cierres en las vías, costos de operación y, por último, la facilidad de construcción, pueden ser ejecutados con equipos convencionales.

Figura 62 Estructura de Pavimento Rígido Carreras



Fuente: Autores

Figura 63 Estructura de Pavimento Rígido Calles



Fuente: Autores

8 CONCLUSIONES

- El diseño geométrico de las vías se realiza con las restricciones existentes para cumplir con el nivel de acceso a las viviendas, por tanto, no se pueden considerar muchas condiciones como si fuera un tramo nuevo.
- Aun cuando las vías de estudio tienen como usuario principal a los peatones, los diseños presentados se realizan con el tráfico vehicular presente en las mismas.
- Siempre se debe realizar un estudio detallado de las características de la zona, tener en cuenta información como: cuantas personas o vehículos transitan un diario promedio, especificaciones del terreno, esto permite definir los aspectos a trabajar y mejorar.
- Los tramos de vía del presente documento presentan tráfico en una sola dirección por tanto el cálculo de factor carril DC se tomó como 100%, es decir los vehículos que pasan por esta zona pasan por el mismo carril hacia un sentido y otro.

- Como resultado, es posible implementar vías con las siguientes características y especificaciones:

Carrera 51D y Carrera 51D Bis

Tipo de clasificación V9

Ancho de carril: 2.5 m

Ancho de calzada: 5m

Anden: 1.2 m

Radio de giro en el tramo: 20m

Radio de giro intersecciones: 20m

Calle 38 Sur y Calle 38A Sur

Tipo de clasificación V9

Ancho de carril: 4 m

Ancho de calzada: 8m

Anden: 1.5 m

Radio de giro en el tramo: 20m

Radio de giro intersecciones: 20m

- El paso vehicular por la zona es reducido por lo que al realizar el cálculo de número de ejes equivalentes este presenta un valor reducido y los diseños de pavimento presentes en este documento resultan con espesores mínimos.
- Analizadas las estructuras de pavimento se recomienda construir el diseño para pavimento rígido, basados en costos y tiempos de mantenimiento.
- Las principales causas de las fallas en los pavimentos se deben al tráfico de diseño, proceso constructivo, deficiencias de proyecto, factores ambientales y un deficiente mantenimiento.
- El método AASHTO relaciona las variables de confiabilidad, desviación estándar, factor de distribución de carril, drenaje.
- Los diseños que se presentan en este informe se realizaron teniendo en cuenta los lineamientos impuestos por la norma AASHTO y especificaciones de diseño geométrico IDU.

- La estructura de pavimento propuesta está diseñada para soportar cargas presentes por la circulación de vehículos pesados (camión de 2 ejes pequeño) clasificación C2.

9 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el adecuado mantenimiento de la señalización tanto horizontal como vertical con el fin de conservar la seguridad vial.
- Durante la ejecución de la obra se recomienda implementar las normas de seguridad industrial y manejo de tránsito peatonal y vehicular, para minimizar los riesgos de accidentalidad.
- Es necesario realizar un levantamiento topográfico en el sector de estudio, esto, para garantizar información más exacta de la zona y a su vez realizar un análisis de la viabilidad del proyecto y garantizar resultados más eficientes.
- Teniendo presente que las estructuras de pavimento deben acoplarse a las estructuras de pavimento adyacentes, se recomienda diseñar y emplear alguna alternativa de esquema de empalme.
- Para el diseño por el método AASHTO-93, es necesario elaborar los estudios de suelos y de tránsito previo a la ejecución del diseño.
- El tiempo de servicio de los pavimentos depende de los trabajos de rehabilitación, tanto del tipo superficial como estructural.
- Para el proceso constructivo del pavimento se recomienda la separación entre los materiales del suelo de la Subrasante y de las capas granulares.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldia Mayor de Bogotá D.C . (2004). Instructivo de Desarrollo Urbano (Plan maestro de ciclorutas) Manual de Diseño . Bogotá D.C.
- Alcaldia Mayor de Bogotá D.C (Secretaria de Transito y Transporte y Asociacion , Cal y Mayor. (2005). Manual de Planeacion y Diseño para la administracion de Tránsito y el Transporte . Bogotá D.C.
- American Association of State an Transportation Officials, AASHTO. (2011). A policy on Geometric Design Of Highways and Streets. Washington E.U.
- ASESORIA Y DIRECCION TÉCNICA EN MANTNEIMINETO VIAL . (1982). Esquema de seguimiento instructivo . Bogotá D.C : S.n.
- Bastidas Lucia, L. (2016). La importancia de las viaspara la calidad de vida. Semana.
- Becerra David, D. (23 de Enero de 2018). ISSUU. Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de https://issuu.com/davidbecerra5/docs/muzu_finalisimo
- Federal Highway Administration. (2011). Guide in the Consistent Application of Traffic Anaysis Tool and Methods. En linea 2011.
- GUZMAN HECTOR, H. (10 de Febrero de 2017). Demografia urbana. Obtenido de http://www.gobiernobogota.gov.co/sites/gobiernobogota.gov.co/files/control/plan_de_mejoramiento_2017.pdf
- IDU (Instituto de desarrollo urbano). (2012). Recomendacion base para desarrollar infraestructural vial. (En Lines).
- INGEOMINAS. (25 de 03 de 2021). Obtenido de http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/Mapa_Geo.pdf
- Instituto Nacional de Vias. (2020). Manual de Diseño de pavimentos de concreto para vias con bajos,medios y altos volumenenes de transito. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y- documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de- concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>.
- Instituto Nacional de Vias. (13 de Marzo de 2008). Guia Metodologica para el diselo de obras rehabilitación de paviemntos asfalticos de carreteras. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos1>.

- Instituto Nacional de Vias. (26 de Septiembre de 2020). Especificaciones generales de construccion de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos1>.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2008). Manual para la revisión de estudio de tránsito .
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2009). Manual vialidad Urbana , chile.
- MINTRANSPORTRE. (Febrero de 2017). proyectostipo.dnp. Recuperado el 29 de Septiembre de 2020, de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/pavimento/PTpavimento.pdf>
- MINVU. (2009). Manual de Vialidad Urbana, Recomendaciones Para el diseño de Elementos de Infraestructura . Santiago, chile .
- Montejo, A. (s.f.). Ingenieria de Pavimntos 3 Edicion . Bogota D.C: Universidad Catolica de Colombia.
- Morales Marquez , L., & Diaz, L. (2010). Un sistema de gestion de pavimentos basados en nuevas tecnologías para paises en via de desarrollo.
- Ochoa Pineda, E. J. (2009). Estudios de los criterios de diseño gometrico de las intersecciones a nivel segun la AASHTO. Medellin .
- Perea Albert, A. (18 de Julio de 2017). Unifort,pavimentos industriales. Recuperado el 10 de Agosto de 2020, de <https://www.unifort.es/pavimentos-industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos/>
- Perry, S. (2010). LA POBREZA RURAL EN COLOMBIA . (En linea).
- Planeacion, Departamento Nacional . (2016). Lineamiento para la formulacion de proyrcotos de revision y ajuste de panes de ordenamiento territorial (POT,PBOT,EOT).
- Planeacion, Departamento Nacional . (2017). Construccion de paviemntos rigidos en cias urbanas de bajo tránsito .
- Richter Cherul Allen, A. (2017). Pavement Performance Measures and Forecasting and the Effects of Maintenance and Rehabilitation Straegy on Treatment Effectiveness.

Rondon Quintana, H., & Reyes Lizcano, F. (2007). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: Tendencias, alcances y limitaciones. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, <https://doi.org/10.18359/rcin.1074>.

Secretaria de comunicaciones y transporte . (2018). Manual de Proyectos geometricos de carreteras.

Secretaria de Planeación. (3 de Marzo de 2020). Secretaria de Planeación. Recuperado el 5 de Octubre de 2020, de http://www.sdp.gov.co/gestion-territorial/norma-urbana/normas-urbanisticas-vigentes/upz?field_norma_upz_tid=1630&title=

Swanlund , M. (2016). MEPDG Traffic Load Defaults Derived From Traffic Pooled Fund Study.

Univerdiad de los Andes. (25 de Enero de 2018). Proyecto urbano, investigacion barrio muzu. Recuperado el 29 de Septiembre de 2020, de <http://portfolios.uniandes.edu.co/gallery/61280863/CFProyecto-urbanoInvestigacion-barrio-Muzu#:~:text=La%20siguiente%20es%20una%20investigaci%C3%B3n,planeamientos%20de%20vivienda%20del%20modernismo.>




Velasquez Varela, L. (2002). Calculo automatizado del pavement condition index. Obtenido de <https://www.ingepav>

ANEXO 1 REGISTRO FOTOGRÁFICO
VISITAS REALIZADAS

	REGISTRO FOTOGRÁFICO VISITAS REALIZADAS				VERSIÓN	0		
					PÁGINA	1 de 1		
UNIVERSIDAD	Universidad Católica de Colombia				FECHA DE TOMA	Varias		
PROYECTO	Trabajo de Grado				CIV	10603539		
DESCRIPCIÓN	Visita Técnica							
DIRECCIÓN	Camera 51D							
TIPO DE PAVIMENTO	ARTICULADO		FLEXIBLE		RIGIDO		AFIRMADO	X
REGISTRO FOTOGRÁFICO								
								
Panorámica 1					Falla común 1			
								
Falla común 2					Panorámica 2			

	REGISTRO FOTOGRÁFICO VISITAS REALIZADAS				VERSIÓN	0	
					PÁGINA	1 de 1	
	UNIVERSIDAD	Universidad Católica de Colombia				FECHA DE TOMA	Varias
	PROYECTO	Trabajo de Grado				CIV	10603539
DESCRIPCIÓN	Visita Técnica						
DIRECCIÓN	Calle 38A SUR						
TIPO DE PAVIMENTO	ARTICULADO		FLEXIBLE	X	RIGIDO	AFIRMADO	
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Panorámica 1				Falla común 1			
							
Falla común 2				Panorámica 2			

	REGISTRO FOTOGRÁFICO VISITAS REALIZADAS				VERSIÓN	0	
					PÁGINA	1 de 1	
UNIVERSIDAD	Universidad Católica de Colombia				FECHA DE TOMA	Varias	
PROYECTO	Trabajo de Grado				CIV	10603539	
DESCRIPCIÓN	Visita Técnica						
DIRECCIÓN	Carrera 51D Bis						
TIPO DE PAVIMENTO	ARTICULADO		FLEXIBLE	X	RIGIDO		AFIRMADO

REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	
Panoramica 1	Falla común 1
	
Falla común 2	Panoramica 2

	REGISTRO FOTOGRÁFICO VISITAS REALIZADAS				VERSIÓN	0
					PÁGINA	1 de 1
UNIVERSIDAD	Universidad Católica de Colombia				FECHA DE TOMA	Varias
PROYECTO	Trabajo de Grado				CIV	10603539
DESCRIPCIÓN	Visita Técnica					
DIRECCIÓN	Calle 38 sur					
TIPO DE PAVIMENTO	ARTICULADO		FLEXIBLE	X	RIGIDO	AFIRMADO

REGISTRO FOTOGRÁFICO	
	
Panoramica 1	Falla común 1
	
Falla común 2	Panoramica 2

ANEXO 2 REGISTRO DE APIQUE



C.I.C Consultores de Ingenieria y Cimentaciones Ltda.

Fecha: Ene-12-01

Rev No: 1

REGISTRO DE APIQUE

FT 12

APIQUE N° 1 VIA 45

Proyecto: 375-Evaluación y rehabilitación
de vías en la loc de Puente aranda
 Cliente: I.D.U
 Localización: N: 99905.9m E:93904m
 Nivel freatico: No se encontro

Fecha: Agosto 27 de 2002
 Rumbo "A"
 Cota Superior: 2556.3 m.s.n.m
 Profundidad: 1.5m
 Supervisor: J.E.C.O

Prof (m)	Muestra N°	% Pasa	W (%)	WL (%)	WP (%)	IP	Cu t/m ²					Descripcion
							1	2	3	4	5	
0,00												Cara Representativa (A,B,C,D)
0,07												
0,25	1 (Lona)	5,00	5	NL	NP							Base gruesa
0,40	2 (Lona)											Subbase Limo arenoso Gris consistencia firme
0,60	3 (CBR)											Limo arcillo-areanoso café oscuro (A-7-6)
1,10		95,00	30	57	28	29						
1,50	4 (B.P.)											Limo arenoso gris consistencia firme
3,00												Fin del apique

Observaciones: Localizado en la carrera 47 entre calle 42 sur y calle 42B sur

ANEXO 3 ENSAYO DE PENETRACIÓN CON CONO (PCD)

RESULTADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN CON CONO DINÁMICO (PDC)

Proyecto : 375-Evaluación y rehabilitación de vías de las
localidad de Puente Aranda
Fecha: Agosto 27 2002
Nivel de ensayo (m): 0,4

Lectura (cm)	Golpe	Golpe AG.	Penet. Leida (cm)	Penet AG. (cm)	PDC (cm/golpe)
	0	0	0	-40,00	
6,00	1	1	-6,00	-46,00	6,00
6,00	1	2	-6,00	-52,00	6,00
6,00	1	3	-6,00	-58,00	6,00
6,00	1	4	-6,00	-64,00	6,00
6,00	1	5	-6,00	-70,00	6,00
5,00	1	6	-5,00	-75,00	5,00
5,00	1	7	-5,00	-80,00	5,00
5,00	1	8	-5,00	-85,00	5,00
5,00	1	9	-5,00	-90,00	5,00
5,00	1	10	-5,00	-95,00	5,00
6,00	1	11	-6,00	-101,00	6,00
6,00	1	12	-6,00	-107,00	6,00
3,00	1	13	-3,00	-110,00	3,00
3,00	1	14	-3,00	-113,00	3,00
3,00	1	15	-3,00	-116,00	3,00
3,00	1	16	-3,00	-119,00	3,00
3,00	1	17	-3,00	-122,00	3,00
2,00	1	18	-2,00	-124,00	2,00
2,00	1	19	-2,00	-126,00	2,00
2,00	1	20	-2,00	-128,00	2,00
2,00	1	21	-2,00	-130,00	2,00
2,00	1	22	-2,00	-132,00	2,00
2,00	1	23	-2,00	-134,00	2,00
2,00	1	24	-2,00	-136,00	2,00
2,00	1	25	-2,00	-138,00	2,00
2,00	1	26	-2,00	-140,00	2,00
2,00	1	27	-2,00	-142,00	2,00
2,00	1	28	-2,00	-144,00	2,00
2,00	1	29	-2,00	-146,00	2,00
2,00	1	30	-2,00	-148,00	2,00
2,00	1	31	-2,00	-150,00	2,00

CURVA PDC DE EVOLUCIÓN DE LA PENETRACIÓN

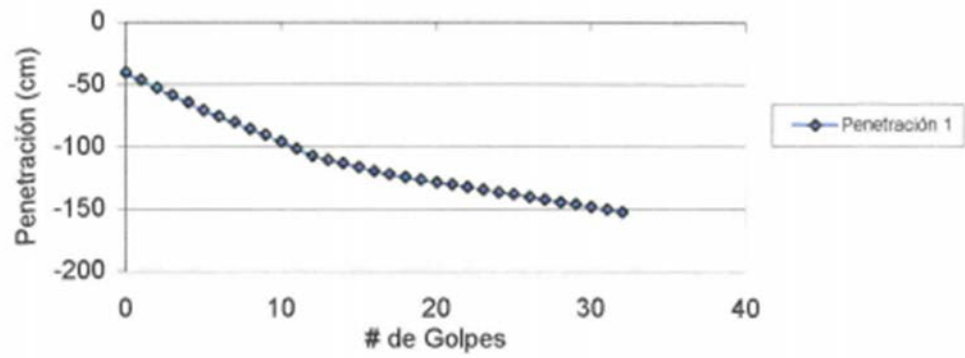
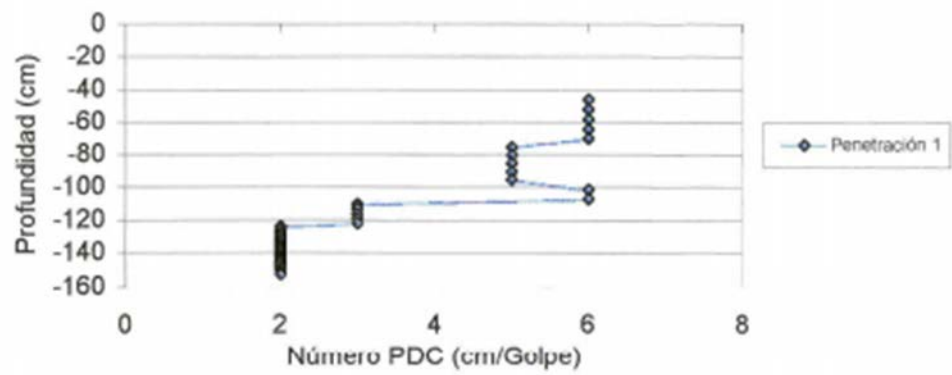


DIAGRAMA ESTRUCTURAL



ANEXO 4 AFORO VEHICULAR

Aforo vehicular viernes 26 de marzo de 2021								Aforo vehicular viernes 26 de marzo de 2021							
FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS	FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS
26/03/2021	Carrera 51D	10:00-10:15	0	0	1	1	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	0	0	1	1	2
26/03/2021	Carrera 51D	10:15-10:30	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	10:30-10:45	1	1	1	0	3	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	10:45-11:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	11:00-11:15	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	0	0	0	1	1
26/03/2021	Carrera 51D	11:15-11:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	0	0	1	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	11:30-11:45	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	11:45-12:00	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	12:00-12:15	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	0	0	1	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	12:15-12:30	0	0	1	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	0	0	1	0	1
27/03/2021	Carrera 51D	12:30-12:45	1	0	0	0	1	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	12:45-13:00	1	0	0	1	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	0	0	0	0	0
TOTAL			7	1	5	3	16	TOTAL			4	0	4	2	10

Aforo vehicular viernes 26 de marzo de 2021								Aforo vehicular viernes 26 de marzo de 2021							
FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS	FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS
26/03/2021	Camera 51D Bis	10:00-10:15	0	0	1	1	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:00-10:15	1	0	1	0	2
26/03/2021	Camera 51D Bis	10:15-10:30	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:15-10:30	1	0	1	0	2
26/03/2021	Camera 51D Bis	10:30-10:45	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:30-10:45	1	1	0	0	2
26/03/2021	Camera 51D Bis	10:45-11:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:45-11:00	1	0	1	2	4
26/03/2021	Camera 51D Bis	11:00-11:15	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:00-11:15	2	0	0	1	3
26/03/2021	Camera 51D Bis	11:15-11:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:15-11:30	1	0	0	0	1
26/03/2021	Camera 51D Bis	11:30-11:45	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:30-11:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Camera 51D Bis	11:45-12:00	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:45-12:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Camera 51D Bis	12:00-12:15	0	0	1	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:00-12:15	1	0	1	0	2
26/03/2021	Camera 51D Bis	12:15-12:30	0	0	1	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:15-12:30	0	0	0	1	1
27/03/2021	Camera 51D Bis	12:30-12:45	0	0	0	0	0	27/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:30-12:45	0	0	0	0	0
26/03/2021	Camera 51D Bis	12:45-13:00	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:45-13:00	1	0	0	0	1
TOTAL			4	1	6	1	12	TOTAL			10	1	4	4	19

Aforo vehicular Sabado 27 de marzo de 2021								Aforo vehicular Sabado 27 de marzo de 2021							
FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS	FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS
26/03/2021	Carrera 51D	10:00-10:15	0	0	1	1	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	0	0	1	1	2
26/03/2021	Carrera 51D	10:15-10:30	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	10:30-10:45	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	1	1	1	0	3
26/03/2021	Carrera 51D	10:45-11:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	11:00-11:15	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	1	1	1	4
26/03/2021	Carrera 51D	11:15-11:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	11:30-11:45	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	11:45-12:00	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D	12:00-12:15	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	0	0	0	1	1
26/03/2021	Carrera 51D	12:15-12:30	0	0	1	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	0	0	1	0	1
27/03/2021	Carrera 51D	12:30-12:45	1	0	0	0	1	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	0	0	1	2
26/03/2021	Carrera 51D	12:45-13:00	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	1	0	0	1	2
TOTAL			6	0	5	1	12	TOTAL			7	2	5	5	19

Aforo vehicular Sabado 27 de marzo de 2021								Aforo vehicular Sabado 27 de marzo de 2021							
FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS	FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:00-10:15	0	0	1	1	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:00-10:15	0	0	1	1	2
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:15-10:30	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:15-10:30	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:30-10:45	1	1	1	0	3	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:30-10:45	1	1	1	0	3
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:45-11:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:45-11:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:00-11:15	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:00-11:15	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:15-11:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:15-11:30	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:30-11:45	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:30-11:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:45-12:00	1	1	1	0	3	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:45-12:00	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:00-12:15	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:00-12:15	0	0	0	1	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:15-12:30	0	0	1	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:15-12:30	0	0	1	0	1
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:30-12:45	1	0	0	0	1	27/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:30-12:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:45-13:00	1	0	0	1	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:45-13:00	1	0	0	1	2
TOTAL			7	2	5	3	17	TOTAL			6	1	4	3	14

Aforo vehicular Domingo 28 de marzo de 2021								Aforo vehicular Domingo 28 de marzo de 2021							
FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS	FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS
26/03/2021	Carrera 51D	10:00-10:15	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	0	0	1	1	2
26/03/2021	Carrera 51D	10:15-10:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	10:30-10:45	1	1	1	0	3	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	10:45-11:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	11:00-11:15	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	11:15-11:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	11:30-11:45	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	11:45-12:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D	12:00-12:15	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	12:15-12:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	0	0	0	0	0
27/03/2021	Carrera 51D	12:30-12:45	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	12:45-13:00	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	1	0	0	0	1
TOTAL			4	1	2	3	10	TOTAL			5	0	2	1	8

Aforo vehicular Domingo 28 de marzo de 2021								Aforo vehicular Domingo 28 de marzo de 2021							
FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS	FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:00-10:15	0	0	1	1	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:00-10:15	0	0	1	1	2
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:15-10:30	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:15-10:30	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:30-10:45	1	1	1	0	3	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:30-10:45	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:45-11:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:45-11:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:00-11:15	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:00-11:15	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:15-11:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:15-11:30	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:30-11:45	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:30-11:45	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:45-12:00	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:45-12:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:00-12:15	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:00-12:15	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:15-12:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:15-12:30	1	0	1	0	2
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:30-12:45	1	0	0	0	1	27/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:30-12:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:45-13:00	1	0	0	1	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:45-13:00	1	0	0	1	2
TOTAL			5	1	2	3	11	TOTAL			6	0	4	2	12

Aforo vehicular Lunes 29 de marzo de 2021								Aforo vehicular Lunes 29 de marzo de 2021							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AAA	VÍA ESPECIFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS
26/03/2021	Carrera 51D	10:00-10:15	0	0	1	1	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	0	0	1	1	2
26/03/2021	Carrera 51D	10:15-10:30	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	10:30-10:45	1	1	1	0	3	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D	10:45-11:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	11:00-11:15	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D	11:15-11:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	0	0	1	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	11:30-11:45	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D	11:45-12:00	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D	12:00-12:15	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	12:15-12:30	0	0	1	0	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	0	0	1	0	1
27/03/2021	Carrera 51D	12:30-12:45	1	0	0	0	1	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D	12:45-13:00	1	0	0	1	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	0	0	0	1	1
TOTAL			7	1	5	2	15	TOTAL			5	0	6	2	13

Aforo vehicular Lunes 29 de marzo de 2021								Aforo vehicular Lunes 29 de marzo de 2021							
FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AA	VÍA ESPECÍFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS	FECHA DE TOMA DE INFORMACIÓN EN FORMATO DD/MM/AA	VÍA ESPECÍFICA DONDE SE EFECTUÓ LA TOMA DE INFORMACIÓN	PERÍODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	AUTOMÓVILES	CAMIONES DE 2 EJES PEQUEÑO	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL VEHÍCULOS AFORADOS
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:00-10:15	0	0	1	1	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:00-10:15	1	0	1	1	3
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:15-10:30	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:15-10:30	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:30-10:45	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:30-10:45	0	0	1	0	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:45-11:00	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	10:45-11:00	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:00-11:15	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:00-11:15	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:15-11:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:15-11:30	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:30-11:45	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:30-11:45	1	0	0	0	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:45-12:00	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	11:45-12:00	1	0	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:00-12:15	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:00-12:15	0	0	0	1	1
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:15-12:30	0	0	0	0	0	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:15-12:30	1	0	1	0	2
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:30-12:45	1	0	0	0	1	27/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:30-12:45	0	0	0	0	0
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:45-13:00	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38 Sur (Bahia)	12:45-13:00	1	0	0	1	2
TOTAL			5	0	3	2	10	TOTAL			7	0	5	3	15

ANEXO 5 AFORO PEATONAL

AFORO PEATONAL VIERNES 26 DE MARZO								AFORO PEATONAL VIERNES 26 DE MARZO							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES
			SENTIDO		SENTIDO						SENTIDO		SENTIDO		
			↑	↓	↑	↓					↑	↓	↑	↓	
26/03/2021	Carrera 51D	10:00-10:15	1	2	0	1	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	1	2	0	1	4
26/03/2021	Carrera 51D	10:15-10:30	1	1	0	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	1	1	0	0	2
26/03/2021	Carrera 51D	10:30-10:45	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	0	1	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D	10:45-11:00	0	1	1	1	3	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	0	1	1	1	3
26/03/2021	Carrera 51D	11:00-11:15	2	2	1	0	5	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	2	1	1	5
26/03/2021	Carrera 51D	11:15-11:30	2	1	0	1	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	0	1	1	1	3
26/03/2021	Carrera 51D	11:30-11:45	1	0	0	1	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	1	0	0	1	2
26/03/2021	Carrera 51D	11:45-12:00	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	1	0	1	3
26/03/2021	Carrera 51D	12:00-12:15	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	0	1	2	0	3
26/03/2021	Carrera 51D	12:15-12:30	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	2	1	1	0	4
27/03/2021	Carrera 51D	12:30-12:45	3	0	0	1	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	0	0	1	2
26/03/2021	Carrera 51D	12:45-13:00	2	1	1	0	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	2	1	1	0	4
TOTAL			12	11	6	6	35	TOTAL			10	12	8	7	37

AFORO PEATONAL VIERNES 26 DE MARZO								AFORO PEATONAL VIERNES 26 DE MARZO							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES
			SENTIDO		SENTIDO						SENTIDO		SENTIDO		
			↑	↓	↑	↓					↑	↓	↑	↓	
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:00-10:15	0	2	0	1	3	26/03/2021	Calle 38 Sur	10:00-10:15	1	2	0	1	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:15-10:30	0	1	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur	10:15-10:30	3	3	1	0	7
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:30-10:45	0	2	1	0	3	26/03/2021	Calle 38 Sur	10:30-10:45	0	1	1	1	3
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:45-11:00	0	1	1	1	3	26/03/2021	Calle 38 Sur	10:45-11:00	2	2	1	1	6
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:00-11:15	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur	11:00-11:15	1	2	1	0	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:15-11:30	2	1	0	1	4	26/03/2021	Calle 38 Sur	11:15-11:30	3	1	1	1	6
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:30-11:45	1	0	0	0	1	26/03/2021	Calle 38 Sur	11:30-11:45	1	0	0	1	2
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:45-12:00	0	0	0	1	1	26/03/2021	Calle 38 Sur	11:45-12:00	2	1	0	1	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:00-12:15	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur	12:00-12:15	1	1	1	0	3
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:15-12:30	1	1	1	0	3	26/03/2021	Calle 38 Sur	12:15-12:30	1	1	1	0	3
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:30-12:45	1	0	0	1	2	27/03/2021	Calle 38 Sur	12:30-12:45	3	0	0	1	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:45-13:00	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38 Sur	12:45-13:00	2	1	1	1	5
TOTAL			6	10	6	5	27	TOTAL			20	15	8	8	51

AFORO PEATONAL SABADO 27 DE MARZO								AFORO PEATONAL SABADO 27 DE MARZO							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUOLA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUOLA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES
			SENTIDO		SENTIDO						SENTIDO		SENTIDO		
			↑	↓	↑	↓					↑	↓	↑	↓	
27/03/2021	Carrera 51D	10:00-10:15	1	2	0	1	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	1	0	0	1	2
27/03/2021	Carrera 51D	10:15-10:30	1	1	0	0	2	27/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	1	1	1	0	3
27/03/2021	Carrera 51D	10:30-10:45	2	1	1	0	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	0	1	1	0	2
27/03/2021	Carrera 51D	10:45-11:00	2	1	1	1	5	27/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	0	0	1	1	2
27/03/2021	Carrera 51D	11:00-11:15	2	2	1	0	5	27/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	2	2	1	6
27/03/2021	Carrera 51D	11:15-11:30	2	1	0	1	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	0	1	2	1	4
27/03/2021	Carrera 51D	11:30-11:45	1	0	2	1	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	2	0	0	1	3
27/03/2021	Carrera 51D	11:45-12:00	0	0	0	1	1	27/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	1	0	1	3
27/03/2021	Carrera 51D	12:00-12:15	0	1	1	0	2	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	2	1	2	0	5
27/03/2021	Carrera 51D	12:15-12:30	2	1	2	0	5	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	2	1	1	0	4
27/03/2021	Carrera 51D	12:30-12:45	3	0	0	1	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	0	0	1	2
27/03/2021	Carrera 51D	12:45-13:00	2	1	1	0	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	2	1	1	0	4
TOTAL			18	11	9	6	44	TOTAL			13	9	11	7	40

AFORO PEATONAL SABADO 27 DE MARZO								AFORO PEATONAL SABADO 27 DE MARZO							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/A	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/A	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES
			SENTIDO		SENTIDO						SENTIDO		SENTIDO		
			↑	↓	↑	↓					↑	↓	↑	↓	
27/03/2021	Carrera 51D Bis	10:00-10:15	0	2	0	1	3	27/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	1	2	2	1	6
27/03/2021	Carrera 51D Bis	10:15-10:30	0	1	0	0	1	27/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	3	1	1	1	6
27/03/2021	Carrera 51D Bis	10:30-10:45	2	1	1	0	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	0	1	1	1	3
27/03/2021	Carrera 51D Bis	10:45-11:00	0	1	1	1	3	27/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	1	2	1	1	5
27/03/2021	Carrera 51D Bis	11:00-11:15	1	0	1	0	2	27/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	2	1	1	5
27/03/2021	Carrera 51D Bis	11:15-11:30	1	1	0	1	3	27/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	1	1	1	1	4
27/03/2021	Carrera 51D Bis	11:30-11:45	1	1	0	0	2	27/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	1	1	0	1	3
27/03/2021	Carrera 51D Bis	11:45-12:00	0	0	0	1	1	27/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	0	1	0	1	2
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:00-12:15	0	0	1	0	1	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	1	1	1	2	5
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:15-12:30	1	1	1	0	3	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	1	1	1	2	5
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:30-12:45	1	0	0	1	2	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	1	0	1	3
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:45-13:00	0	1	1	0	2	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	2	2	1	1	6
TOTAL			7	9	6	5	27	TOTAL			13	16	10	14	53



AFORO PEATONAL DOMINGO 28 DE MARZO								AFORO PEATONAL DOMINGO 28 DE MARZO							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES
			SENTIDO		SENTIDO						SENTIDO		SENTIDO		
			↑	↓	↑	↓					↑	↓	↑	↓	
28/03/2021	Carrera 51D	10:00-10:15	1	2	0	1	4	28/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	1	0	0	1	2
28/03/2021	Carrera 51D	10:15-10:30	1	1	0	0	2	28/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	1	1	1	0	3
28/03/2021	Carrera 51D	10:30-10:45	0	1	1	0	2	28/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	0	1	1	0	2
28/03/2021	Carrera 51D	10:45-11:00	0	1	1	1	3	28/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	2	0	1	1	4
28/03/2021	Carrera 51D	11:00-11:15	2	2	1	1	6	28/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	2	2	1	6
28/03/2021	Carrera 51D	11:15-11:30	2	1	0	1	4	28/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	0	1	2	1	4
28/03/2021	Carrera 51D	11:30-11:45	1	0	3	1	5	28/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	2	1	0	1	4
28/03/2021	Carrera 51D	11:45-12:00	2	4	0	1	7	28/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	1	0	1	3
28/03/2021	Carrera 51D	12:00-12:15	0	1	1	0	2	28/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	2	1	2	0	5
28/03/2021	Carrera 51D	12:15-12:30	2	1	1	0	4	28/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	2	1	1	0	4
28/03/2021	Carrera 51D	12:30-12:45	3	0	0	1	4	28/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	0	0	1	2
28/03/2021	Carrera 51D	12:45-13:00	2	1	1	0	4	28/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	2	1	1	0	4
TOTAL			16	15	9	7	47	TOTAL			15	10	11	7	43

AFORO PEATONAL DOMINGO 28 DE MARZO								AFORO PEATONAL DOMINGO 28 DE MARZO							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES
			SENTIDO		SENTIDO						SENTIDO		SENTIDO		
			↑	↓	↑	↓					↑	↓	↑	↓	
28/03/2021	Carrera 51D Bis	10:00-10:15	0	2	0	1	3	28/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	1	2	4	1	4
28/03/2021	Carrera 51D Bis	10:15-10:30	0	1	0	0	1	28/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	3	3	1	0	3
28/03/2021	Carrera 51D Bis	10:30-10:45	0	2	1	0	3	28/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	1	1	1	1	4
28/03/2021	Carrera 51D Bis	10:45-11:00	0	1	1	1	3	28/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	2	2	1	1	6
28/03/2021	Carrera 51D Bis	11:00-11:15	1	0	1	0	2	28/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	3	1	3	4
28/03/2021	Carrera 51D Bis	11:15-11:30	2	1	0	1	4	28/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	1	1	1	1	4
28/03/2021	Carrera 51D Bis	11:30-11:45	1	0	2	0	3	28/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	2	0	0	1	3
28/03/2021	Carrera 51D Bis	11:45-12:00	0	0	0	1	1	28/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	1	0	1	3
28/03/2021	Carrera 51D Bis	12:00-12:15	0	1	1	0	2	28/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	1	1	1	0	3
28/03/2021	Carrera 51D Bis	12:15-12:30	1	1	1	0	3	28/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	1	1	1	0	3
28/03/2021	Carrera 51D Bis	12:30-12:45	1	0	0	1	2	28/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	0	0	1	2
28/03/2021	Carrera 51D Bis	12:45-13:00	0	1	1	0	2	28/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	3	1	1	1	3
TOTAL			6	10	8	5	29	TOTAL			18	16	12	11	42

AFORO PEATONAL LUNES 29 DE MARZO								AFORO PEATONAL LUNES 29 DE MARZO							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES
			SENTIDO		SENTIDO						SENTIDO		SENTIDO		
			↑	↓	↑	↓					↑	↓	↑	↓	
26/03/2021	Carrera 51D	10:00-10:15	1	2	0	1	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	1	2	0	1	4
26/03/2021	Carrera 51D	10:15-10:30	1	1	0	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	1	1	2	1	5
26/03/2021	Carrera 51D	10:30-10:45	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	0	1	1	0	2
26/03/2021	Carrera 51D	10:45-11:00	0	1	1	1	3	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	0	1	1	1	3
26/03/2021	Carrera 51D	11:00-11:15	2	2	1	0	5	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	2	1	1	5
26/03/2021	Carrera 51D	11:15-11:30	2	1	2	1	6	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	0	1	2	1	4
26/03/2021	Carrera 51D	11:30-11:45	1	0	2	1	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	1	1	1	1	4
26/03/2021	Carrera 51D	11:45-12:00	2	0	0	1	3	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	1	1	0	1	3
26/03/2021	Carrera 51D	12:00-12:15	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	1	1	2	0	4
26/03/2021	Carrera 51D	12:15-12:30	1	1	1	1	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	1	1	1	0	3
27/03/2021	Carrera 51D	12:30-12:45	3	0	0	1	4	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	1	1	1	4
26/03/2021	Carrera 51D	12:45-13:00	2	1	1	0	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	1	1	1	0	3
TOTAL			15	11	10	7	43	TOTAL			9	14	13	8	44

AFORO PEATONAL LUNES 29 DE MARZO								AFORO PEATONAL LUNES 29 DE MARZO							
FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES	FECHA DE TOMA DE INFORMACION EN FORMATO DD/MM/AA	VIA ESPECIFICA DONDE EFECTUO LA TOMA DE INFORMACION	PERIODO DE CONTEO DE 15 MINUTOS IDENTIFICADO CON LA HORA INICIAL	PEATON VULNERABLE		PEATON NO VULNERABLE		TOTAL PEATONES
			SENTIDO		SENTIDO						SENTIDO		SENTIDO		
			↑	↓	↑	↓					↑	↓	↑	↓	
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:00-10:15	1	2	0	1	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:00-10:15	1	2	0	1	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:15-10:30	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:15-10:30	3	3	1	0	3
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:30-10:45	1	1	1	1	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:30-10:45	0	1	2	1	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	10:45-11:00	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	10:45-11:00	1	1	1	1	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:00-11:15	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:00-11:15	1	2	1	1	5
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:15-11:30	2	1	0	1	4	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:15-11:30	3	1	2	1	3
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:30-11:45	1	0	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:30-11:45	1	2	0	1	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	11:45-12:00	1	1	0	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	11:45-12:00	2	1	0	1	4
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:00-12:15	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:00-12:15	1	1	2	1	5
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:15-12:30	1	1	0	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:15-12:30	1	1	1	0	3
27/03/2021	Carrera 51D Bis	12:30-12:45	1	0	1	1	3	27/03/2021	Calle 38A Sur	12:30-12:45	1	2	1	1	5
26/03/2021	Carrera 51D Bis	12:45-13:00	0	1	1	0	2	26/03/2021	Calle 38A Sur	12:45-13:00	2	1	3	1	3
TOTAL			9	10	8	4	31	TOTAL			17	18	14	10	47

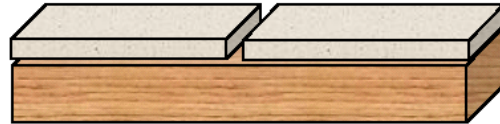
ANEXO 6 PRESUPUESTO

<div><div>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación</div></div>		PAVIMENTO FLEXIBLE (Nivel de tránsito T1)			
Integrantes:	Diana Catalina Valencia Lopez_506457	Carrera 51 D	20.50	102.50	5.00
	Maria Fernanda Cruz Tijaro_507252	Calle 38A Sur	43.00	344.00	8.00
		Carrera 51D Bis	20.50	102.50	5.00
		Calle 38 Bis Sur	43.00	344.00	8.00
		Total	127.00	893.00	26.00
<div></div>					
PRESUPUESTO PAVIMENTO FLEXIBLE (Nivel de tránsito T1)					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.	PRELIMINARES				
1.1	REPLANTEO	m ²	893	\$8,329	\$7,438,043
1.2	CERRAMIENTO PROVISIONAL	ml	254	\$280,631	\$71,280,280
					\$78,718,323
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	EXCAVACION MECANICA EN MATERIAL COMUN	m ³	214	\$17,769	\$3,808,183
					\$3,808,183
3.	BASES				
3.1	BASE GRANULAR CLASE C	m ³	134	\$138,737	\$18,583,776
					\$18,583,776
4.	PAVIMENTOS				
4.1.	CONCRETO ASFALTICO (Mezcla densa en caliente)	m ³	80	\$719,351	\$57,814,214
4.2	RIEGO DE IMPRIMACION CON EMULSION ASFALTICA CRL-1	m ²	893	\$30,549	\$27,280,476
					\$85,094,690
TOTAL COSTOS DIRECTOS EDSTRUCTURA DEL PAVIMENTO					\$186,204,972
ADMINISTRACION				20%	\$37,240,994
IMPREVISTOS				5%	\$9,310,249
UTILIDAD				5%	\$9,310,249
IVA				19%	\$1,768,947
TOTAL PRESUPUESTO					\$243,835,411



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

Integrantes: Diana Catalina Valencia Lopez_506457
Maria Fernanda Cruz Tiliaro_507252



PAVIMENTO RIGIDO (Nivel de tránsito T1)

Dirección	Longitud (m)	Área (m ²)	Ancho (m)
Carrera 51 D	20.50	102.50	5.00
Calle 38A Sur	43.00	344.00	8.00
Carrera 51D Bis	20.50	102.50	5.00
Calle 38 Bis Sur	43.00	344.00	8.00
Total	127.00	893.00	26.00

PRESUPUESTO PAVIMENTO RIGIDO (Nivel de tránsito T1)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.	PRELIMINARES				
1.1	REPLANTEO	m ²	893	\$8,329	\$7,438,043
1.2	CERRAMIENTO PROVISIONAL	ml	254	\$280,631	\$71,280,280
					\$78,718,323
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN	m ³	223	\$11,826	\$2,640,255
3.	BASES Y SUBBASES				
3.1	BASE GRANULAR CLASE B	m ³	89	\$140,838	\$12,576,808
					\$12,576,808
4.	PAVIMENTOS				
4.1.	LOSAS CUADRADAS DE CONCRETO HIDRÁULICO	m ³	134	\$603,980	\$80,903,155
					\$80,903,155

TOTAL COSTOS DIRECTOS EDSTRUCTURA DEL PAVIMENTO

\$172,198,286

ADMINISTRACIÓN	20%	\$34,439,657
IMPREVISTOS	5%	\$8,609,914
UTILIDAD	5%	\$8,609,914
IVA	19%	\$1,635,884

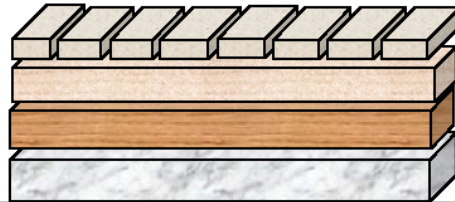
TOTAL PRESUPUESTO

\$225,493,655



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

Integrantes: Diana Catalina Valencia Lopez 506457
Maria Fernanda Cruz Tijero 507252



PAVIMENTO ARTICULADO (Nivel de tránsito T1)

Dirección	Longitud (m)	Área (m ²)	Ancho (m)
Carrera 51 D	20.50	102.50	5.00
Calle 38A Sur	43.00	344.00	8.00
Carrera 51D Bis	20.50	102.50	5.00
Calle 38 Bis Sur	43.00	344.00	8.00
Total	127.00	893.00	26.00

PRESUPUESTO PAVIMENTO ARTICULADO (Nivel de tránsito T1)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
1.	PRELIMINARES					
1.1	REPLANTEO	m ²	893	\$8,329	\$7,438,043	
1.2	CERRAMIENTO PROVISIONAL	ml	254	\$280,631	\$71,280,280	
					\$78,718,323	
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1.	EXCAVACION MECANICA EN MATERIAL COMUN	m ³	563	\$17,769	\$9,996,481	
					\$9,996,481	
3.	BASES Y SUBBASES					
3.1	SUB BASE GRANULAR CLASE C	m ³	134	\$145,866	\$19,538,773	
3.2	SUB BASE MEJORADA CON CEMENTO HIDRAULICO	m ³	313	\$160,341	\$50,114,581	
					\$69,653,354	
4.	PAVIMENTOS					
4.1.	ADOQUIN EN CONCRETO (Incluye arena de nivelacion y area de sello)	m ²	893	\$100,773	\$89,990,546	
					\$89,990,546	
TOTAL COSTOS DIRECTOS EDSTRUCTURA DEL PAVIMENTO					\$248,358,704	
				ADMINISTRACION	20%	\$49,671,741
				IMPREVISTOS	5%	\$12,417,935
				UTILIDAD	5%	\$12,417,935
				IVA	19%	\$2,359,408
TOTAL PRESUPUESTO					\$325,225,723	

ANEXO 7 APU

REPLANTEO					
ITEM: 1.1				UNIDAD:	m2
1. MATERIALES					
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL
REPLANTEO GENERAL	3007 IDU	m ²	1.00	\$ 678	\$ 678
DESPERDICIO %				6%	33.90
SUBTOTAL				\$ 712	

2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	2	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 7,326
OFICIALES	1	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 7,220
SUBTOTAL						\$ 14,546	

3. EQUIPO			
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIM	V. TOTAL
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2%	\$ 291
SUBTOTAL		\$ 291	

PRECIO UNITARIO TOTAL \$ 8,329

EXCAVACION MECANICA EN MATERIAL COMUN					
ITEM: 2.1				UNIDAD	m3
1. MATERIALES					
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL
EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR CON RETROEXCAVADORA (Incluye Excavacion, Remoción y cargue)	7945 IDU	m3	1.00	5,434.00	5,434.00
DESPERDICIO %				5%	271.70
SUBTOTAL				5,705.70	

2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES 2	2	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 7,326
OPERARIO RETROEXCAVADORA	1	\$ 48,649	185	\$ 90,000	20	\$ 4,500	\$ 4,500
SUBTOTAL						\$ 11,826	

3. EQUIPO			
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIM	V. TOTAL
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2%	\$ 237
SUBTOTAL		\$ 237	

PRECIO UNITARIO TOTAL \$ 17,769

BASE GRANULAR CLASE C				UNIDAD	m3		
ITEM: 3.1							
1. MATERIALES							
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL		
BASEGRANULAR C (BG_C) (Suministro, Extendido, Nivelaciom, Humedecimiento y Compatacion con Vibrocompactador)	4156 IDU	m ³	1.00	\$ 110,986	\$ 110,986		
DESPERDICIO %				5%	\$ 5,549		
SUBTOTAL					\$ 116,535		
2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	2	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 7,326
OFICIALES	2	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 14,440
SUBTOTAL						\$ 21,766	
3. EQUIPO							
DESCRIPCION				UNIDAD	RENDIM	V. TOTAL	
HERRAMIENTA MENOR				GBL	2%	\$	435
SUBTOTAL						\$	435
PRECIO UNITARIO TOTAL						\$	138,737

BASE GRANULAR CLASE B				UNIDAD	m3
ITEM: 3.1					
1. MATERIALES					
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL
BASE GRANULAR B (BQ_B) (Suministro, Extendido, Nivelacion, Humedecimiento y Compatacion con Compactador Neumatico)	4768 IDU	m ³	1.00	\$ 112,987	\$ 112,987
DESPERDICIO %				5%	\$ 5,649
				SUBTOTAL	\$ 118,636

2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	2	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 7,326
OFICIALES	2	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 14,440
						SUBTOTAL	\$ 21,766

3. EQUIPO			
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIM	V. TOTAL
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2%	\$ 435
			SUBTOTAL
			\$ 435
PRECIO UNITARIO TOTAL			\$ 140,838

SUB BASE GRANULAR CLASE C							
ITEM: 3.1				UNIDAD	m3		
1. MATERIALES							
DESCRIPCION		CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL	
SUB-BASE GRANULAR C (SBG_C) (Suministro,Extendido manual,Humedecimiento y Compatacion)		4557 DU	m³	1.00	\$ 117,776	\$ 117,776	
DESPERDICIO %					5%	\$ 5,889	
				SUBTOTAL		\$ 123,665	
2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	2	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 7,326
OFICIALES	2	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 14,440
				SUBTOTAL		\$ 21,766	
3. EQUIPO							
DESCRIPCION					UNIDAD	RENDIM	V. TOTAL
HERRAMIENTA MENOR					GBL	2%	\$ 435
					SUBTOTAL		\$ 435
					PRECIO UNITARIO TOTAL		\$ 145,866

SUB BASE MEJORADA CON CEMENTO HIDRAULICO					UNIDAD		
ITEM: 3.2							
1. MATERIALES							
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL		
SUB-BASE GRANULAR C (SBG_C) CON RECICLADO DE CONCRETO HIDRAULICO (Suministro, Extendido, Nivelacion, Humedecimiento y Compatacion con Compactador Neumatico)	4748 DU	m³	1.00	\$ 128,003	\$ 128,003		
DESPERDICIO %				5%	\$ 6,400		
SUBTOTAL					\$ 134,403		
2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIO	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	3	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 10,990
OFICIALES	2	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 14,440
SUBTOTAL						\$ 25,429	
3. EQUIPO							
DESCRIPCION					UNIDAD	RENDIM	V. TOTAL
HERRAMIENTA MENOR					GBL	2%	\$ 509
SUBTOTAL						\$ 509	
PRECIO UNITARIO TOTAL						\$ 160,341	

CONCRETO ASFALTICO (Mezcla densa en caliente)					UNIDAD	m3	
ITEM: 4.1							
1. MATERIALES							
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL		
MEZCLA DENSA EN CALIENTE MD-12 ASFALTO 80-10 (Suministro, extendido, nivelacion manual y compactacion mecanica con Vibrocompactador Benitin de 1 Tonelada, incluye operario y combustible.)	4568 IDU	m ³	1.00	\$ 633,660	\$ 633,660		
DESPERDICIO %				6%	\$ 31,683		
				SUBTOTAL	\$ 665,343		
2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	4	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 14,653
OFICIALES	2	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 14,440
				SUBTOTAL		\$	29,092
3. EQUIPO							
DESCRIPCION			UNIDAD	RENDIMIENTO	V.UNIT./HORA	VR. UNITARIO	
COMPACTADOR NEUMATICO				15	\$ 95,000	\$ 6,333	
COMPACTADOR VBRATORIO 10 Ton				15	\$ 90,000	\$ 6,000	
FINISHER ASFALTO				15	\$ 180,000	\$ 12,000	
HERRAMIENTA MENOR			GBL	2%	\$ -	\$ 582	
				SUBTOTAL		\$ 24,915	
				PRECIO UNITARIO TOTAL		\$ 719,351	

RIEGO DE IMPRIMACION CON EMULSION ASFALTICA CRL-1							
ITEM: 4.2				UNIDAD	m2		
1. MATERIALES							
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL		
RIEGO DE LIGA CON EMULSION CRR-1 (Suministro, Barrido superficie y Riego)	3866 IDU	m ²	1.00	\$ 1,914	\$ 1,914		
DESPERDICIO %				5%	\$ 96		
				SUBTOTAL	\$ 2,010		
2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	2	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 7,326
OFICIALES	2	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 14,440
				SUBTOTAL	\$ 21,766		
3. EQUIPO							
DESCRIPCION			UNIDAD	RENDIMIENTO	V.UNIT./HORA	VR. UNITARIO	
CARROTANQUE IRRIGADOR DE ASFALTO, 1000			gal	20	\$ 88,319	\$ 4,416	
COMPRESOR (Barrido y soplado)			-	20	\$ 47,151	\$ 2,358	
				SUBTOTAL	\$ 6,774		
				PRECIO UNITARIO TOTAL	\$ 30,549		

LOSAS CUADRADAS DE CONCRETO HIDRÁULICO							
ITEM: 4.1				UNIDAD	m3		
1. MATERIALES							
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL		
LOSA DE CONCRETO MR45 (Suministro,Formateado,Colocacion,Curado,Juntas y acabado. Incluye canastilla para junta	4504 IDU	m³	1.00	\$ 423,156	\$ 423,156		
DESPERDICIO %				5%	\$ 21,158		
				SUBTOTAL	\$ 444,314		
2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	4	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 14,653
OFICIALES	2	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 14,440
				SUBTOTAL	\$ 29,092		
3. EQUIPO							
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	V.UNIT./HORA	VR.UNITARIO			
VIBRADOR DE INMERSION	DD	15	\$ 33,900	\$ 2,260			
REGLA VIBRATORIA	-	1	\$ 4,100	\$ 4,100			
PEINE INDUSTRIALIZADO CON CERDAS METALICAS	-	20	\$ 1,709,900	\$ 85,495			
CORTE CON DISCO	-	25	\$ 95,474	\$ 3,819			
LIMPIEZA DE JUNTAS CON ARE A PRESION	-	10	\$ 349,000	\$ 34,900			
				SUBTOTAL	\$ 130,574		
				PRECIO UNITARIO TOTAL	\$ 603,980		

ADOQUIN EN CONCRETO (Incluye arena de nivelación y área de sello)					
ITEM: 4.1				UNIDAD	m2
1. MATERIALES					
DESCRIPCION	CODIGO	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL
ADOQUIN EN CONCRETO TR LM/IANO (Suministro e instalacion Incluye arena de nivelacion y area de sello)	4395 IDU	m³	1.00	\$ 58,481.000	\$ 58,481.000
AGUA		LTS	24.00	\$ 83.48	\$ 2,004
DESPERDICIO %					\$ 3,024
SUBTOTAL					\$ 63,509

2. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONE S (%)	JORNAL TOTAL	RENDIM.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
AYUDANTES	4	\$ 29,702	185	\$ 54,948	15	\$ 3,663	\$ 14,653
OFICIALES	2	\$ 58,539	185	\$ 108,297	15	\$ 7,220	\$ 14,440
SUBTOTAL							\$ 29,092

3. EQUIPO					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNIT.	VR.UNITARIO	
COMPACTADOR MANUAL VIBRATORIO (RANA) con motor de 6 HP	DD	0.042	\$ 106,156	\$ 4,459	
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.1	\$ 1,000	\$ 1,000	
CARRO TANQUE DE AGUA (1000g)		0.042	\$ 64,607	\$ 2,713	
SUBTOTAL					\$ 8,172
PRECIO UNITARIO TOTAL					\$ 100,773

ANEXO 8 PLANOS DISEÑO GEOMÉTRICO



PROYECTO:
ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO DE CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD LOCALIZADOS
EN LA CRA 510 ENTRE CALLE 38-08 SUR HASTA
38A-19, BARRIO MUZU, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ.

DISEÑADORES:
 DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 808487
 MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 807282

INTERVENTOR:
ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

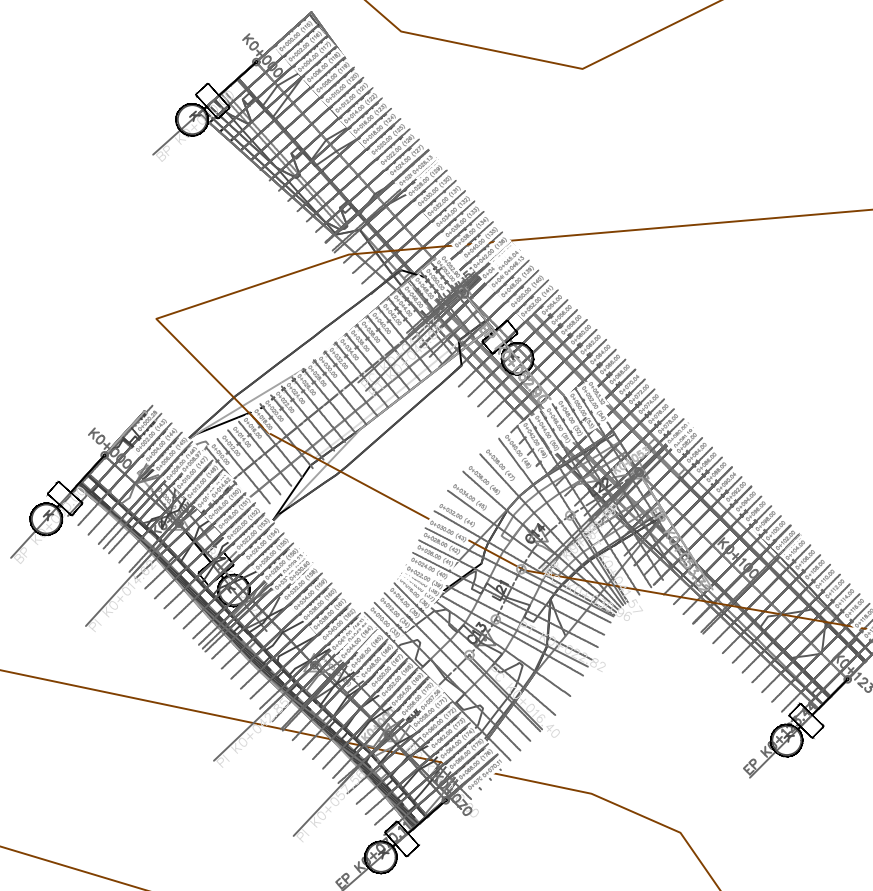
DIGITALIZO:
 DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
 MARIS FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

OBSERVACIONES:

CONTIENE:
 -DISEÑO GEOMETRICO
 -CALLE 38 A SUR
 -CALLE 38 SUR
 -CARRERA 51 D BIS
 -CARRERA 51 D

DISEÑO WAS _TG_506457_507252.dwg

FECHA:	PLANO:	DE:
02/05/2021	01	09
ESCALA:		
INDICADAS		





DISEÑADORES:

DIANA CATALINA VALENCIA LÓPEZ 808487
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 807282

INTERVENTOR:

ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

DIGITALIZO:

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

OBSERVACIONES:	
----------------	--

CONTIENE:

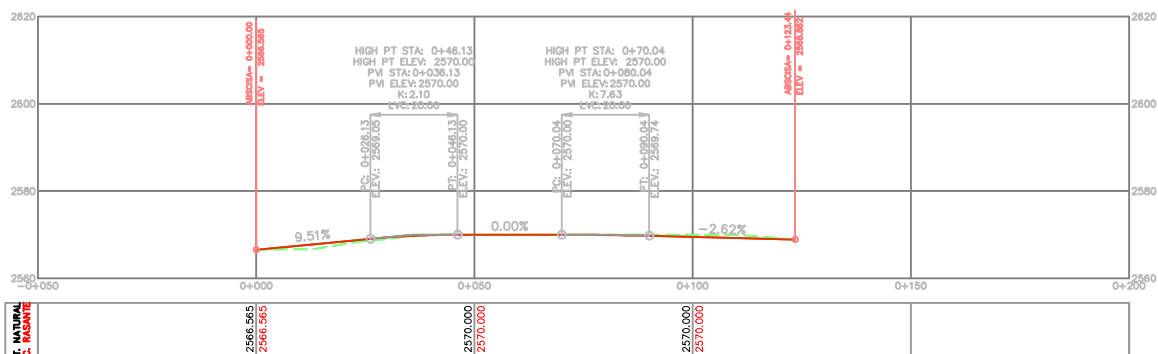
—PERFIL CALLE 38 A SUR
—PERFIL CALLE 38 SUR

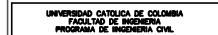
DISEÑO WAS_TG_508457_507252.dwg

FECHA:	02/05/2021
ESCALA:	INDICADAS

PLANO:	DE:
02	09

HIGH PT STA: 0+30.15
HIGH PT ELEV: 2567.19
PVI STA: 0+038.14
PVI ELEV: 2566.73
K: 6.77
LVC: 15.82





PROYECTO:
ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO DE CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD LOCALIZADOS
EN LA CRA 510 ENTRE CALLE 38-08 SUR HASTA
38A-19, BARRIO MUZU, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ.

DISEÑADORES:

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 808487
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 807282

INTERVENTOR:

ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE
REFERENCIA:

[illegible]

DIGITALIZO:

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

OBSERVACIONES:

CONTIENE:

—PERFIL CARRERA 51 D BIS
—PERFIL CARRERA 51

DISEÑO WAS_TG_508457_507252.dwg

FECHA:	02/05/2021
ESCALA:	INDICADAS

PLANO:	DE:
03	09

Profile view of a road section showing a sag vertical curve. The vertical axis represents elevation in feet (2550 to 2620), and the horizontal axis represents stationing (0+050 to 0+150). A red line shows the existing ground profile, and a black line shows the proposed road grade. The road grade starts at a 9.76% slope, transitions through a 20-foot vertical curve (CVC=20.00'), and ends at a 0.00% slope. Key points include the existing ground elevation of 2568.14' at station 0+000, the proposed grade elevation of 2568.14' at station 0+000, the high point elevation of 2570.00' at station 0+019.12, and the existing ground elevation of 2570.00' at station 0+050. The road grade is 0.00% from station 0+050 to 0+100.

Station	Existing Ground Elevation (ft)	Proposed Grade Elevation (ft)	Grade (%)
0+000	2568.14	2568.14	9.76
0+019.12	-	2570.00	-
0+050	2570.00	2570.00	0.00
0+100	-	-	0.00

Diagram illustrating a vertical curve (parabola) for a road project. The horizontal axis represents stationing (0+050 to 0+150), and the vertical axis represents elevation (2560 to 2620).

Key data points and curve parameters:

- HIGH PT STA: 0+36.02
- HIGH PT ELEV: 2570.12
- PVI STA: 0+035.16
- PVI ELEV: 2570.14
- K: 0.47
- LVC: 6.45
- PC: 0+012.20
- PT: 0+028.07
- PT: 0+036.39
- ELEV: 2567.10
- ELEV: 2569.55
- ELEV: 2570.12

The diagram shows the existing ground profile (dashed line) and the proposed road grade (solid line). The vertical curve is defined by the points PC (Point of Curvature), PT (Point of Tangency), and PVI (Point of Vertical Intersection).

Grades shown:

- 13.90%
- 12.06%
- 0.77%

Labels on the left side of the diagram:

- NATURAL
- EXISTING

PROYECTO:
ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO DE CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD LOCALIZADOS
EN LA CRA 812 ENTRE CALLE 38-06 SUR HASTA
38A-19, BARRIO MUZU, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ.

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 808487
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 807282

ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

[illegible]

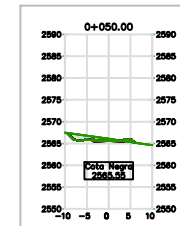
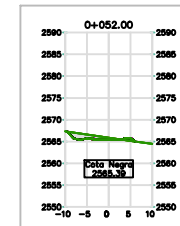
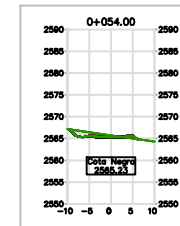
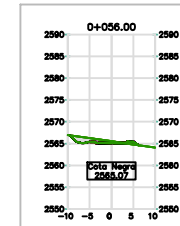
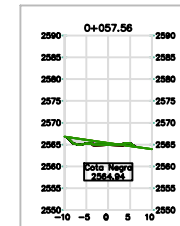
DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

1833

DISEÑO WAS _TG_508457_507252.dwg

0409

0409



PROYECTO:
ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO DE CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD LOCALIZADOS
EN LA CIRA 510 ENTRE CALLE 38-08 SUR HASTA
38A-19, BARRIO MUZU, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ.

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

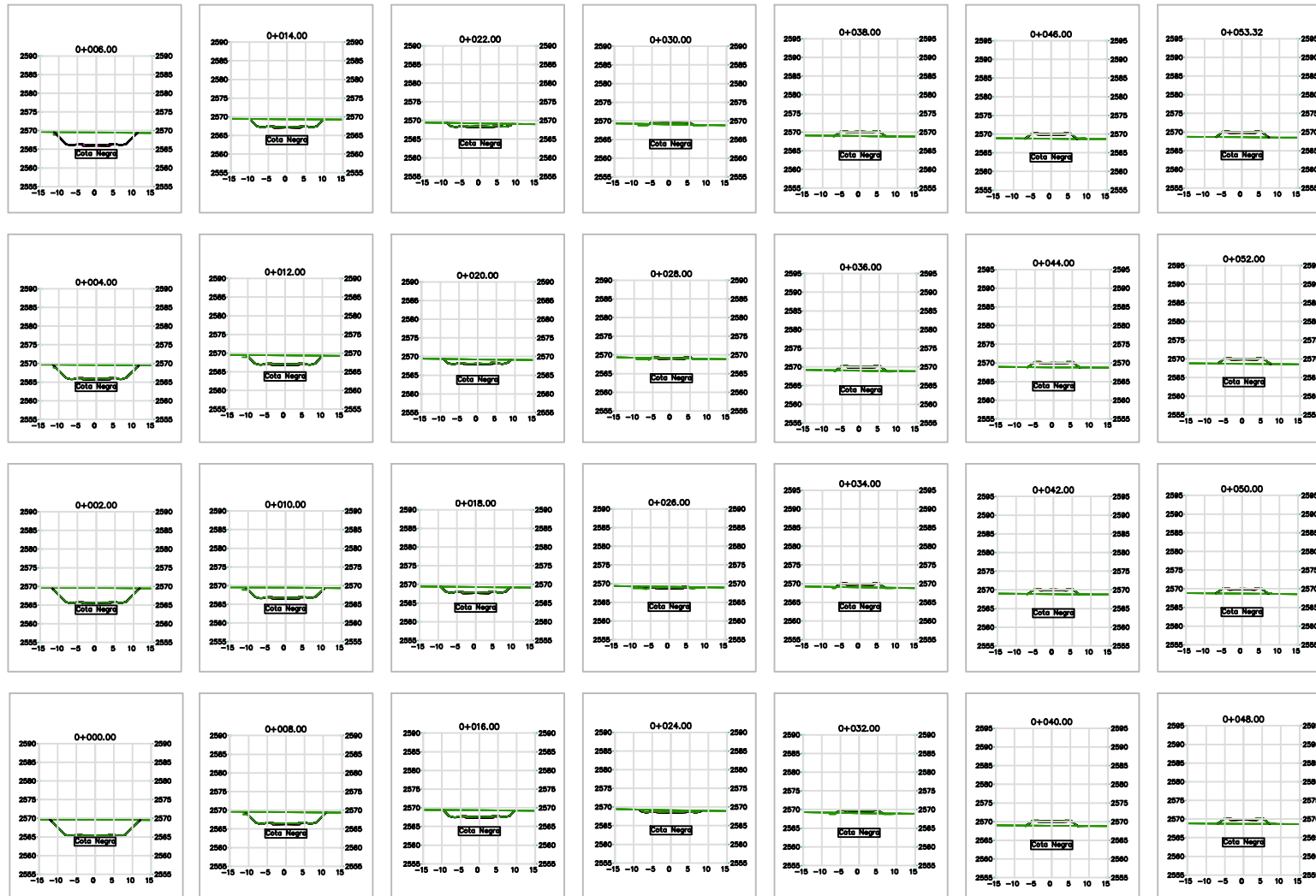
ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

[illegible]

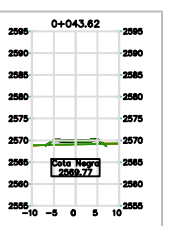
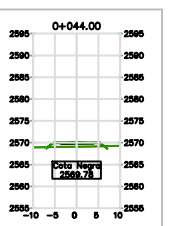
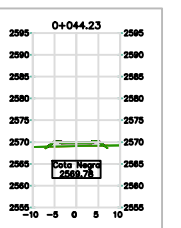
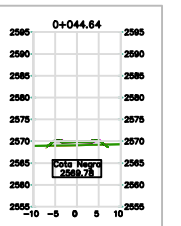
DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

CONTIENE:
—SECCIONES TRANSVERSALES
CALLE 51 D

FECHA: 02/05/2021	PLANO: DE:
ESCALA: INDICADAS	05 09



SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 38 SUR



UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO DE CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD LOCALIZADOS
EN LA CRA 51D ENTRE CALLE 38-06 SUR HASTA
38A-19, BARRIO MUZU, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ.

DISEÑADORES:

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 808487
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 807262

INTERVENTOR:

ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

[illegible]

DIGITALIZO:

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

OBSERVACIONES:

CONTIENE:
—SECCIONES TRANSVERSALES
CALLE 38 SUR

DISEÑO WAS _TG_508457_507252.dwg

FECHA:

02/08/2021

ESCALA:
INDICADAS

PLANO:	DE:
--------	-----

0609

06	09
----	----

PROYECTO:
ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO DE CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD LOCALIZADOS
EN LA CRA 812 ENTRE CALLE 38-06 SUR HASTA
38A-19, BARRIO MUZU, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ.

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 808487
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 807282

ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

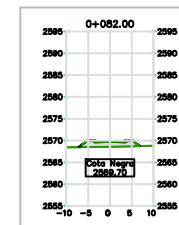
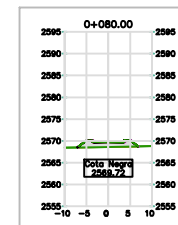
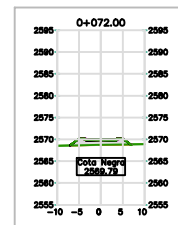
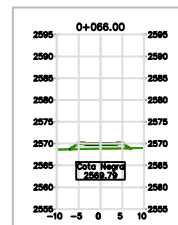
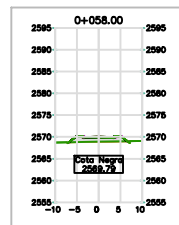
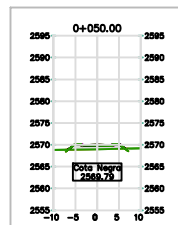
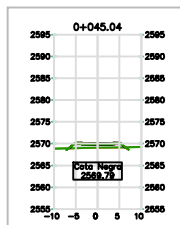
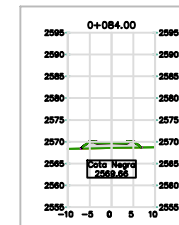
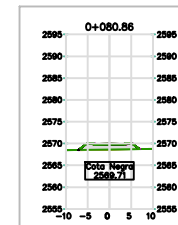
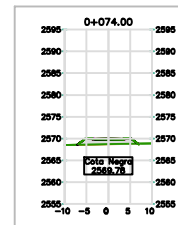
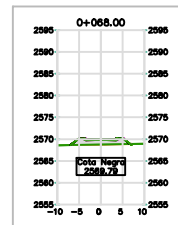
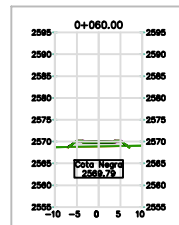
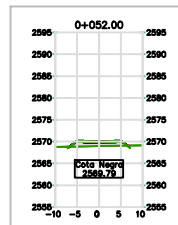
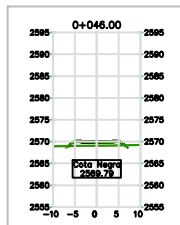
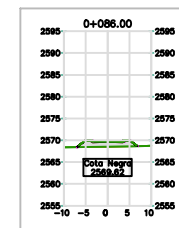
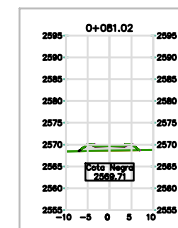
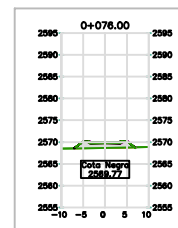
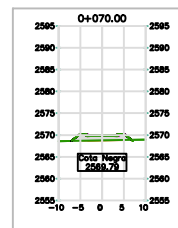
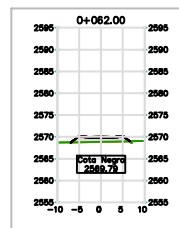
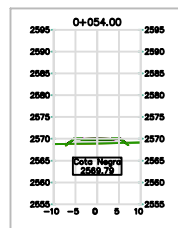
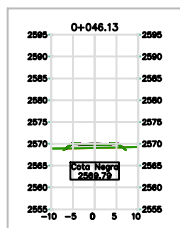
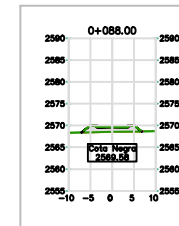
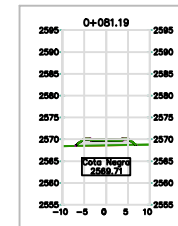
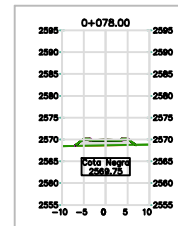
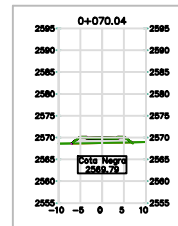
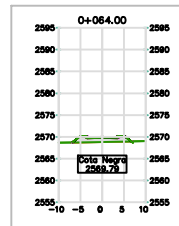
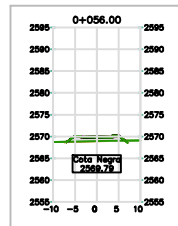
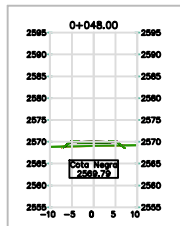
[illegible]

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

DISEÑO WAS _TG_508457_507252.dwg

ESCALA:
INDICADAS

07/09



PROYECTO:
ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO DE CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD LOCALIZADOS
EN LA CRA 51D ENTRE CALLE 38-06 SUR HASTA
38A-19, BARRIO MUZU, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ.

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 808487
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 807282

ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

[illegible]

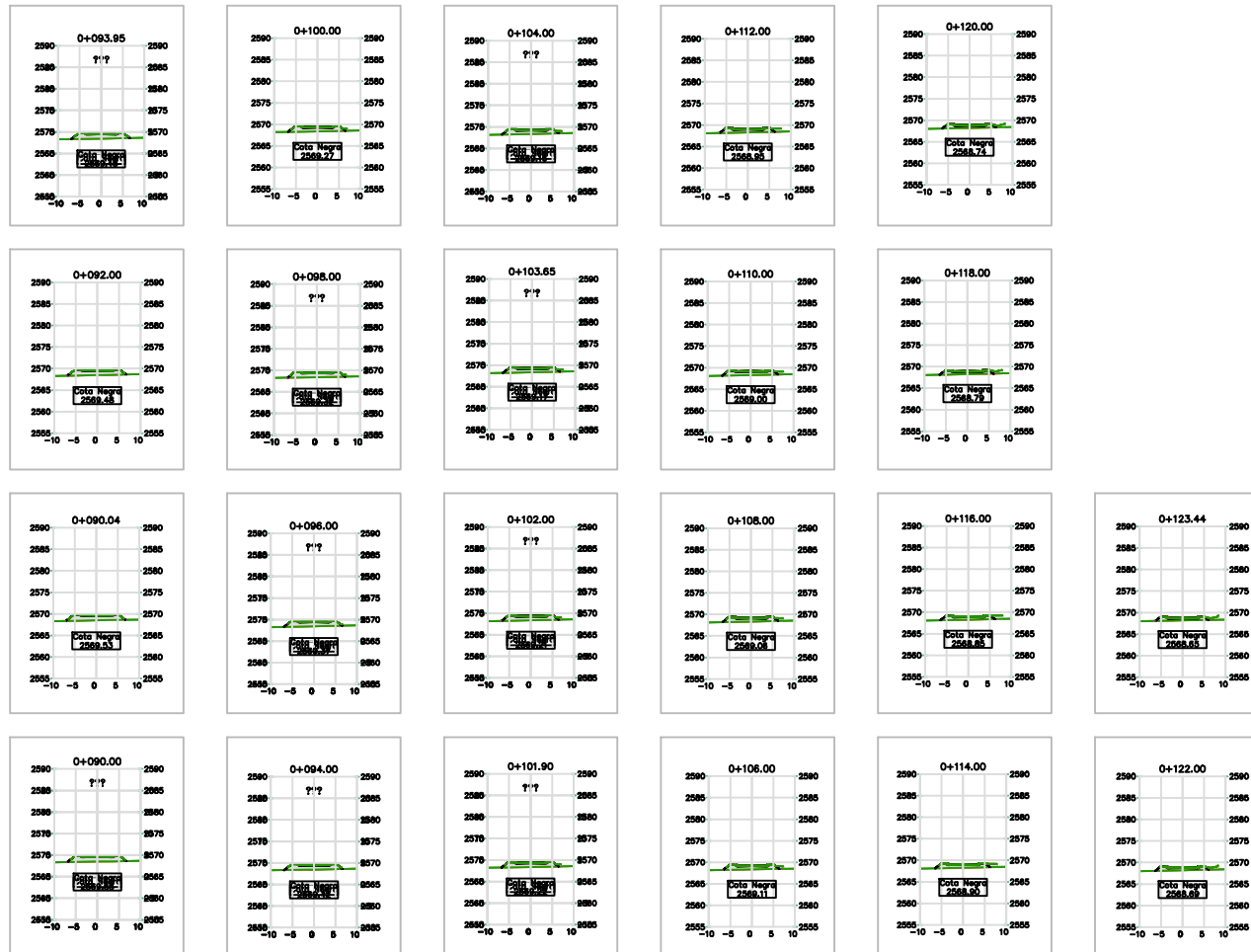
DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

<p>DATE: _____</p> <p>TIME: _____</p> <p>LOCATION: _____</p> <p>NAME: _____</p> <p>AGE: _____</p> <p>SEX: _____</p> <p>HEIGHT: _____</p> <p>WEIGHT: _____</p> <p>HAIR: _____</p> <p>COLOUR: _____</p> <p>SCAR: _____</p> <p>TOOTH: _____</p> <p>MARK: _____</p> <p>OTHER: _____</p>

DISEÑO WAS _TG_508457_507252.dwg

ESCALA:
INDICADAS

08	09
----	----



PROYECTO:
ANÁLISIS DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO DE CUATRO SEGMENTOS VIALES, PARA
EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD LOCALIZADOS
EN LA CRA 510 ENTRE CALLE 38-06 SUR HASTA
38A-19, BARRIO MUJIL, LOCALIDAD PUENTE ARANDA
BOGOTÁ.

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 808457
MARIA FERNANDA CRUZ TIARO 807262

ING. GUILLERMO LEON CORTES QUINTERO

[illegible]

DIANA CATALINA VALENCIA LOPEZ 508457
MARIA FERNANDA CRUZ TIJARO 507252

CONTIENE:
—SECCIONES TRANSVERSALES
CARRERA 51 D BIS

FECHA:	PLANO: DE:
02/05/2021	09 09
ESCALA:	
INDICADAS	

